農業研究

第二十二卷　　第三期

目　　次

小麥品種間雜種優勢與組合力之研究……………………………………………………………… 萬　雄、王慶一、呂宗佳……… 161
X光線誘發之稻染色體微小變異半不稔性之研究（英文）……………………………………黃眞生、莊南田……… 172
臺灣主要土壤含氮狀況與其供應情形…………………………………………………………… 林家棻、張愛華、曾肇清…………… 186
本省水稻田土壤陰離子交換性質之研究 …………………黎靜韻……… 204
Curvularia lunata 菌之生理性質及其對水稻病原性之研究 ……………………………………朱啓魯、簡錦忠……… 213
衛地素（Vorlex）防治番茄線蟲病及白絹病試驗………………………………………杜金池、程永雄、郭芬蓮……… 221
亞麻播種機之改良試驗 ……………………………………陳梯全、謝秀榮……… 230

臺北市羅斯福路四段
臺灣省農業試驗所出版
中華民國六十二年九月

小麥品種間雜種優勢與組合力之研究 [1]

萬 雄　王慶一　呂宗佳 [2]

一、引 言

植物的雜種優勢早在許多作物中發現，尤以玉米雜交種的利用，使玉米生產量顯著提高。自交作物亦因細胞質雄不稔及稔性恢復基因的發現，使自交作物雜交種商業化的實現成爲可能。高粱爲最先利用雜種優勢的自交作物。近年小麥、水稻雜交種的利用，正在研究進行，尤以小麥雜種優勢的利用，已近實用階段。

本省小麥多季裡作，近年由於農村勞力缺乏，小麥生產利潤極低，因此種植面積已漸減少。事實上如能將小麥單位面積的產量大幅提高，多季利用休閒土地種植小麥，不僅可使土地利用集約，尤可減少本省小麥之進口，節省外匯。欲大幅提高小麥產量，利用雜種優勢爲途徑之一。本研究之目的在測定本省育成及國外引進之六個優良小麥品種間之雜交優勢，作爲育成雜種小麥之參考。

二、前人研究

關於小麥品種間雜種優勢的研究， Briggle (1963) 曾有詳細綜合報導，但自1962年以後，由於細胞質雄不稔的應用，對雜種小麥之生產已有實現可能，故學者對小麥什種優勢及組合力的研究甚多，其中有多小麥及春小麥之別，不過不論何種小麥，其結果視所用品種及環境不同而有極大之差異。

Briggle 等 (1964) 研究播種量，種子大小對兩種多小麥雜種之雜種優勢，發現密植增加產量，F_1 較親本具有較强的競爭力。其中一個雜交種的小區產量，每穗粒重，每穗粒數，千粒重，株高均較兩親平均爲優。

Fonseca 和 Patterson (1968) 用人工雜交進行 7 個多小麥品種的全互交，其 F_1 及 F_2 測定結果顯示，1963年度，21個 F_1 的產量與高產親本比較，增加的幅度爲－32%～＋71%，其中有19個產量超過高產親本，而 4 個差異顯著；在1964年，所有21個 F_1 產量均超過高產親本，幅度爲＋12～＋36%，其中10個差異顯著。F_1 的粒重均較高產親本爲重。F_2 世代仍有10個較高產親本之產量爲高，11個粒重較重。

Patterson 與 Bitzer (1966) 報告在89個多小麥 F_1，產量較高產親本的增減幅度爲 0 ～ 7 %，而高產親本有生產高產雜種的趨勢，粒重及產量的一般組合力均顯著，但特定組合力則僅粒重顯著。

Livers 與 Heyne (1966) 利用人工雜交種子，發現多小麥 F_1 的產量高於兩親平均達20～37%。

Atkins (1967) 在德克薩斯州二不同地點研究10個多小麥 F_1，結果在Denton地方，這些 F_1 與高產親本的差異有減低者，亦有高出95%者；在 Bushland 地方，則由減少至高出26%，而且 F_1 產量彼此間及與親本比較均屬顯著，可是百粒重則否。

Kronstad 與 Foote (1964) 研究10個多小麥品種間的雜種優勢和組合力。發現產量及產量構成因素均有顯着的一般組合力；產量雖有特定組合力，可是所有產量構成因素則無之。凡在產量和每穗穀粒數上有顯着一般組合力的品種，產生高產 F_1 的可能性大。

Brown 與 Weibel (1966) 研究多小麥的雜種優勢和組合力，F_1 所表現的各性狀都有很高的一

本試驗1970年在臺大農場舉行，係第二作者碩士論文的一部分，1971年則在農業試驗所進行。

1.試驗報告農試字第六二二號。

2.前臺灣大學農學院教授及研究生，現任臺灣省農業試驗所所長；農復會技士；臺灣省農業試驗所技士。

般組合力，但無特定組合力，不過氏等認為在某一特定的雜交組合仍可能有特定組合力存在。

Gyawali 和 Qualset (1968) 以7個冬小麥品種，其中包括軟粒紅小麥，軟粒白小麥及硬粒紅小麥，進行全互交，結果在21個 F_1 中有10個 F_1 的產量顯着較高產親本為高，21個 F_1 的平均產量較高產親本增加24%；穀粒產量，粒重，每株穗數，株高均顯示特定組合力，而其他品質性狀則並不顯著。可是所有研究性狀中，均有顯着的一般組合力，其中軟粒與硬粒紅小麥品種間的雜種，其雜種優勢較低，同時早熟與晚熟品種間的雜種較"早×早"或"晚×晚"具有較高雜種優勢，一般軟粒與硬粒小麥雜交缺乏軟粒小麥的品質，而一般品質性狀，均介於兩親之間。

Bitzer 與 Fu (1972) 對6個冬小麥品種之組合力加以研究，發現有3個雜種 F_1 顯較高產親本的穀粒產量為高，平均達 25%以上；至於每穗小穗數，200粒重，每穗粒數等亦均有雜種優勢存在。就組合力而言，一般組合力為主要的變異成分，而雜種小麥有關品質的性狀也略有改善。氏等結果顯示，優良的雜種 F_1 並不一定來自高產親本，具有優良一般組合力者仍然可作為親本而產生高產雜種。

春小麥雜種優勢與組合力的研究也有相同的結果。McNeal等(1965)研究春小麥品種"Thatcher"與三種血緣關係較近的春小麥的 F_1 及 F_2，發現不論產量或每粒重，它們常居中間值，而無超過高親者，同時雜交種子較親本為小。

Darrell 等 (1970) 利用22個春小麥品種分別和 "Lee" 與 "Rushmore" 雜交，其 F_1 及 F_2 在1965及1967兩年的結果，顯示產量的一般組合力均極顯着而特定組合力則僅1965年顯着。雜種 F_1 的產量較高產親本增減達 -14%～+82%。F_2 的產量與高產親本比較，則凡與 Lee 雜交者為 -35%～+15%，與Rushmore品種雜交者則為 -42%～-6%。在粒重方面各雜種比高產親本增減達 -13%～+13%。22個供試品種的粒重在年度間有顯着差異。

Walton 等 (1971) 研究春小麥兩個全互交試驗，一個包含8品種，一個包含5品種，研究性狀包括單株產量，四個產量構成因素，6個形態性狀及3個發育期性狀。結果，產量、產量構成因素及其他性狀的一般組合力，在兩個全互交中全部顯著，但在5品種的全互交中則產量及一部分其他性狀的特定組合力亦顯著。同時發現在兩年試驗中，第一年表現高度雜種優勢，即較高產親本優異之雜交組合，在另一年則反較高產親本為低，故此一結果顯示雜種優勢與季節有交感作用存在。氏等並稱凡高產的雜種常來自高產親本。

Sun 等 (1972) 研究4個春小麥品種的全互交結果，F_1 穀粒產量較兩親平均增減達 -4.3%至 +31.2%，一般品種間無血緣關係者，其表現的優勢亦强。

Knott (1965) 報告 F_1 的產量和親本平均有顯着的正相關。Shebeski (1966) 發現不同小麥品種間的組合力互異，雖然產量構成因素和產量間有顯著的相關，但由親本傳遞至雜種後的表現則互不一致，亦即親本個別的產量構成因素不能預測雜種的優劣。

三、試驗材料與方法

(一) 試驗材料

本研究所用六個春小麥品種為臺中3號，臺中29號（臺中區農業改良場育成），昭和早生（日本引進），Florence（意國引進），Lerma Rojo 64 及 Sorona 64（墨西哥引進）。將六品種作全互交 (diallel cross)，計共15種不同交配組合，不包括反交 (reciprocal cross)，所有雜交均以人工為之。

(二) 試驗方法

1.試驗設計：本試驗以15個 F_1 及 6個親本，合計21種，採逢機區組設計 (Randomized Complete Block Design) 1970年重複六次，1971年重複五次，單行區，行距40公分；每小區種植15株，株距10公分，成熟收穫10株，調查產量及農藝性狀。由於雜種 F_1 種子數有限，1970年期種植時，先在玻璃皿中發芽後點播之；而1971年則否。

2.分析方法：試驗結果以小區為單位而分析之，組合力的分析採用 Griffing氏（1956）全互交分析法之第四法，模式 I 。雜種優勢的估計則以雜種 F_1 與兩親平均數之差及 F_1 與較優親本之差分別估算之。

3.產量與農藝性狀調查方法：本試驗在小麥成熟時，每試區就生長正常者10株拔起，調查產量等8個農藝性狀，其方法為：

（1）株高（Plant height）：自根際第一節至穗頂之長度為株高，以公分為單位。

（2）每株分蘗數（Number of tillers per plant）：調查每試區10株之分蘗數，然後以其平均數表示之。

（3）每株穗數（Number of spikes per plant）：就每株之有效分蘗計算之，亦以10株之平均數表示之。

（4）穗長（Length of spike）：自穗頸節至穗頂端之長度為穗長，以公分為單位。每株逢機選取兩穗測定，以每小區20穗平均數表示之。

（5）每穗之小穗數（Number of spikelets per spike）：就上述測定穗長之材料，調查每穗上結實之小穗數平均之。

（6）每穗粒數（Number of Kernels per spike）：就上述材料計算每穗穀粒數，平均之即為每穗粒數。

（7）千粒重（Weight per 1000 Kernels）：每試區取正常穀粒 500粒稱重，乘2,而以公克為單位表示之。

（8）小區產量（Yield per plot）：每試區收穫之 10株，全部脫粒後稱重而得之，以公克為單位。

（三）試驗地點：本試驗共進行二年，第一年即1969—70年期在臺北臺灣大學農場，第二年即1970—71年期在臺中菸葉試驗所農場進行。兩年所用材料及方法完全相同。

四、試驗結果

六個春小麥品種1970及1971年的試驗結果，產量及各性狀平均數列於表 1 ，由於二年試驗分別在臺北及臺中舉行，兩地環境迴異，故1970年臺北的結果，各性狀的平均數均較1971年為低，但除產量外，其餘各性狀在品種間之高低趨勢仍然一致。

（一）雜種優勢：雜種優勢以 F_1 與兩親平均及 F_1 與高親之差分別表示。八個性狀1970及1971年的結果分別列於表 2 (a) 及 2 (b) 。

兩年的結果，就產量而言，1970年顯示較高的雜種優勢。與兩親平均比較，除一個交配組合為負值外，其餘均為正值，與高產親比較亦僅有四個交配組合為負值。平均雜種優勢以兩親平均值而言為37.3%，以高產親而言為23.4%；1971年的雜種優勢一般均較1970年為低，在15個F_1中，與兩親平均比較有 6 個為負值，而與高產親比較祇有 3 個為正值。因此平均雜種優勢以兩親平均值而言為10.5%，而以高產親而言，並無雜種優勢。

此一年份與地區造成不同的結果，表示產量雜種優勢的表現與環境有非常密切的關係。一般而言，1970年在臺北，冬季氣候惡劣，小麥生長欠佳，故平均產量極低，而雜種 F_1 在不良環境具有較大的可塑性，因此顯示較高的雜種優勢。1971年在臺中，氣候適於小麥生長，致親本與 F_1 間的差異減少。

就圖1.及圖2.所示， 親本產量的高低與雜種優勢間 ，並無一定的趨勢 。 1970 年較高產的親本Florence 有很高的雜種優勢，但低產的臺中 3 號的雜種優勢也很高；1971年 Sorona 64的產量雖低，可是雜種優勢甚高，表示雜種優勢的高低不一定完全與親本產量之高低有關，此與 Bitzer 與 Fu （1972）的結果相符。

其他農藝性狀，亦以1970年的結果具有較高的雜種優勢。其中分蘖數，一株穗數及千粒重三性狀，就各雜交組合的平均數而言，具有雜種優勢。1971年的結果與1970年的趨勢一致，分蘖數，一株穗數及千粒重三者除千粒重外，祇優於兩親平均數。

株高一般較兩親平均稍高，而低於高親者較多。穗長則兩年均顯示與兩親平均相似，但較高親稍短。每穗的小穗數則與兩親平均相似，大部F_1比高親的小穗數爲少。每穗粒數，兩年均比高親減少，1971年甚至較兩親平均尤少，此或與分蘖數及一株穗數因雜種優勢而增加有關，因爲一株穗數與穗長，每穗小穗數及每穗粒數等產量構成因素間常成負相關。

（二）雜交組合力：六品種全互交八個性狀組合力的分析，1970及1971年的均方，列於表 3 。1970及1971年的一般組合力均方，各性狀均極顯著，而特定組合力均方，1970年僅有三性狀顯着，而1971年則有 6 性狀顯著。這一結果與一般研究小麥雜交組合力的結果相一致，認爲一般組合力爲主要的變異成分（Brown 等，1966；Gyawali等1968，Kronstad等1964；Bitzer 等 1972），可是產量的特定組合力二年均不顯著，但與產量有關的構成要素，穗長，每株小穗數，每穗粒數及千粒重，除1970年的每穗小穗數外，其餘均極顯著，表示各產量構成要素間的關係正負並不一致。

由於一般組合力均方均極顯著，故將各品種八性狀一般組合力的效應分析於表 4 。根據表 4 的結果，1970及1971年的效應非常一致，其中以 Florence 品種爲最佳，各性狀都具有正的效應，而小區產量的正效應很高，圖 1 及圖 2 也顯示，這一品種的 F_1 具有最高的產量，同時就表 2 (a) 及 2 (b) 中 F_1 產量顯著優於高產親本者，1970年有三個交配組合，其中兩個均有 Florence 爲親本，而1971年 4 個優於兩親平均之 F_1 中有 2 個有 Florence 親本。

Sorona 64 的一般組合力效應雖爲負值，但1970年四個顯着優於兩親平均的 F_1 中有兩個，1971年在四個優於兩親平均之 F_1 中，三個具有 Sorona64 親本，而圖 1 及圖 2 也顯示很高的雜種優勢，所以 Sorona 64 爲次優的雜交親本。

臺中 3 號及臺中29號兩品種產量的一般組合力效應均爲很大的負值，同時在圖 1 及圖 2 中也顯示 F_1產量爲最低者，故爲 6 品種中之較劣親本。

表1. 六個春小麥親本之產量及農藝性狀

性狀	年份	臺中 3 號 (TC3)	臺中29號 (TC29)	昭和早生 (S. W)	Florence (F)	Lerma Rojo 64 (L.R)	Sorona 64 (So)
株高 (cm)	1970	71.5	72.4	89.4	85.4	79.5	72.5
	1971	100.5	89.9	106.9	113.8	102.3	75.1
分蘖數	1970	5.6	4.9	6.5	7.3	6.1	5.1
	1971	12.5	9.9	9.1	14.1	9.6	7.6
每株穗數	1970	4.0	4.1	5.2	5.2	4.6	3.9
	1971	10.7	7.7	7.2	12.8	9.1	6.2
穗長 (cm)	1970	7.6	7.1	7.4	9.6	8.2	7.9
	1971	10.0	9.0	7.7	12.6	10.4	8.4
每穗小穗數	1970	13.7	12.6	14.0	16.4	12.1	13.1
	1971	19.8	18.6	19.6	25.0	19.0	17.2

每穗粒數	1970	23.2	21.0	35.5	31.9	22.0	26.4
	1971	48.7	44.0	59.4	64.1	52.3	43.9
千粒重 (gm)	1970	33.6	38.5	31.1	26.9	36.1	31.5
	1971	41.2	41.9	34.0	39.4	43.9	30.4
產 量 (gm)	1970	31.5	34.6	56.4	44.6	37.1	33.2
	1971	153.8	103.3	119.5	257.0	139.7	71.0

表2(a) 15個 F_1 的雜種優勢 (1970)

雜交組合	產 量		株 高		分 蘖 數		每株穗數		穗 長		每穗小穗數		每穗粒數		千 粒 重	
	MP	HP	MP	HP	MP	HP	MP	HP	MP	HP	MP	HP	MP	HP	MP	HP
TC3×TC29	41.1	35.0	10.0**	9.4**	26.4	19.6	22.0	22.0	9.5**	6.6*	4.5	0.7	14.0*	8.6	0.3	- 6.0
F×TC3	78.0**	52.0*	10.2**	1.3	40.0*	24.7	43.5	26.9	4.7	- 6.3*	6.0	- 2.4	2.2	- 11.6*	17.8**	6.3
TC3×LR	38.5	28.0	7.5*	2.1	15.3	11.5	16.3	8.7	5.1	1.2	12.4	5.8	17.3*	14.2*	1.1	- 2.2
TC3×SO	63.0*	59.0*	10.6**	9.8**	44.4*	39.3*	47.5*	47.5*	6.4*	5.1	4.5	2.2	11.3	4.5	- 1.2	- 4.2
TC3×SW	18.0	- 8.0	6.5*	- 4.1	8.2	1.5	13.0	0	2.7	1.3	4.3	3.6	1.4	- 16.1**	1.2	- 2.4
F×TC29	39.4	23.8	8.6*	0.4	37.7*	15.1	31.9*	19.2	9.5**	- 4.2	10.3	- 2.4	9.8	- 8.8	- 5.8	- 20.0
LR×TC29	29.5	25.3	4.2	- 0.4	16.4	4.9	11.4	6.5	6.5*	0	3.2	1.6	13.5	10.9	5.6	2.3
TC29×SO	44.2	41.3	10.3**	10.3**	42.0*	39.2*	22.5	19.5	10.7*	5.1	12.4	10.7	0.8	- 9.5*	16.0**	5.5
SW×TC29	- 2.9	- 21.6	4.2	- 5.7*	- 3.5	- 15.4	- 19.2	- 26.9	6.8*	5.4	- 3.0	- 7.9	9.2	- 13.0**	7.2	- 3.1
F×LR	103.9**	87.0**	5.1	1.5	40.3**	28.8*	38.8*	30.8*	4.5	- 3.1	6.3	- 7.3	6.7	- 9.7*	32.7**	15.8**
F×SO	50.6*	31.4	1.9	- 5.7*	22.6	4.1	23.9	9.6	- 4.6	- 12.5**	6.1	- 4.3	-11.3*	- 18.8**	32.2**	22.5**
F×SW	21.2	8.5	1.4	- 0.9	21.7	15.1	17.3	17.3	- 2.4	- 13.5**	3.3	- 4.3	- 8.9	- 13.5*	13.1*	5.5
LR×SO	21.6	15.4	0.1	- 4.3	14.3	4.9	7.0	0	- 1.2	- 2.4	8.7	4.6	5.8	- 3.0	7.4	0.6
LR×SW	7.3	- 11.0	1.2	- 4.4	3.2	0	2.0	- 3.9	9.0*	3.7	7.6	0.7	- 3.1	- 21.4**	7.4	0
SW×SO	6.7	- 15.3	3.7	- 6.0*	3.4	- 7.7	- 2.2	- 13.5	1.3	- 1.3	4.4	1.4	5.2	- 8.2	6.1	5.4
Mean	37.3	23.4	5.7	2.2	22.2	12.4	18.4	10.9	4.6	- 1.0	6.1	0.2	4.9	- 7.0	9.4	1.7

＊5％顯著標準　　＊＊1％顯著標準

表2(b) 15個 F_1 的雜種優勢 (1971)

雜交組合	產量		株高		分蘗數		每株穗數		穗長		每穗小穗數		每穗粒數		千粒數	
	MP	HP	MP	HP	MP	HP	MP	HP	MP	HP	MP	HP	MP	HP	MP	HP
TC3×TC29	-23.8	-36.3*	-9.8**	-14.5**	-11.6	-20.8*	-6.5	-19.6	-10.5**	-15.0**	-11.5**	-14.1**	-18.7**	-22.6**	-5.2	-6.0*
F×TC3	4.3	-16.6*	11.7	5.2	9.0	2.8	5.5	-3.1	3.5	-7.1**	6.3*	-4.8	0.2	-11.9**	10.7**	8.3**
TC3×LR	-10.2	-14.2	-6.9*	-7.7*	-5.0	-16.0	-12.1	-18.7	-11.8**	-13.5**	-5.2	-7.1*	-13.3*	-16.3**	7.2*	3.9
TC3×SO	0.2	-26.8	-2.2	-14.5**	1.5	-18.4	5.3	-16.8	-6.5	-14.0**	-8.1*	-14.1**	-14.7**	-18.9**	19.0**	3.4
TC3×SW	-15.9	-25.2	-12.6**	-15.3**	-15.7	-27.2**	-17.3	-30.8**	-8.5*	-19.0**	-10.2**	-10.6**	-21.4**	-28.5**	9.3**	-0.2
F×TC29	-2.0	-31.3**	0.6	-9.9*	12.5	-4.3	0.5	-19.5*	-1.9	-15.9**	2.8	-10.4**	-1.0	-16.5**	8.0**	4.8
LR×TC29	5.3	-8.5	1.3	-4.9	1.5	0	-6.0	-13.2	1.0	-5.8	0.5	-0.5	-0.3	-8.2	2.6	0.2
TC29×SO	52.5*	28.8	7.0	-1.8	23.4	9.1	30.9	18.2	3.5	0	0	-3.8	-1.7	-1.8	20.6**	4.1
SW×TC29	20.0	11.9	4.7	-3.7	11.6	7.1	15.4	11.7	0.6	-6.7*	-1.6	-4.1	0.6	-12.5**	4.4	-5.5*
F×LR	-6.2	-27.6**	-6.7	-8.5**	-4.6	-19.9*	-1.4	-15.6	-0.9	-9.5**	-5.0	-16.4**	-12.0**	-20.1**	9.7**	4.1
F×SO	30.2*	-16.9*	11.4**	-7.6**	30.9**	0.7	32.6**	-1.6	8.6	-9.5**	9.0**	-8.0**	1.1	-14.8**	20.9**	7.1*
F×SW	26.6*	-7.3	8.7**	5.5*	24.1*	2.1	25.0*	-2.3	3.5	-16.7**	3.1	-8.0**	0.2	-3.4	7.9*	0.5
LR×SO	30.5	-1.6	10.4**	-4.3	17.4	5.2	8.5	-8.8	6.4	-3.9	5.5	0.5	5.6	-2.9	19.0**	0.7
LR×SW	-10.6	-17.0	-5.8*	-7.9**	-7.0	-9.4	-15.3	-24.2*	-6.1	-18.3**	-11.4**	-12.8**	-18.9	-23.7**	14.0**	1.1
SW×SO	56.5*	24.8	5.8	-9.9**	29.3*	18.7	20.9	12.5	3.1	-1.2	1.6	-4.6	-2.4	-15.2**	37.6**	30.3**
Mean	10.5	-10.9	1.2	-6.7	7.8	-4.7	5.7	-8.8	-1.1	-10.4	-1.6	-7.9	-7.1	-14.5	12.4	3.8

* 5 %顯著標準　　** 1 %顯著標準

表3. 小麥全互交 8 性狀之一般及特定組合力均方

性狀	一般組合力 (GCA)		特定組合力 (SCA)	
	1970	1971	1970	1971
株高	32.38**	224.49**	2.79	44.38**
每株分蘖數	3.12**	9.12**	0.35	0.80
每株穗數	1.62**	8.67**	0.19	0.64
穗長	0.50**	4.18**	0.09**	0.17**
每穗小穗數	2.49**	13.96**	0.28	1.15**
每穗粒數	12.92**	96.15**	3.00*	16.34**
千粒重	10.99**	7.15**	10.04**	3.18**
小區産量	227.46**	4,611.13**	49.85	318.08

*5%顯著標準　**1%顯著標準

表4. 小麥全互交 8 性狀之一般組合力效應

性狀	年份	臺中3號	臺中29號	Florence	L.R.64	Sorona 64	昭和早生	S.E.
株高	1970	−0.52	−1.47	3.43	−1.39	−3.52	3.46	1.16
	1971	−5.00	−4.88	13.75	−1.08	−5.73	2.97	1.49
每株分蘖數	1970	0.19	−0.53	1.67	−0.18	−0.33	−0.81	0.50
	1971	−0.49	−0.36	2.94	−1.41	−0.01	−0.64	0.58
每株穗數	1970	0.24	−0.48	1.17	−0.11	−0.28	−0.53	0.36
	1971	−0.26	−0.63	2.89	−1.11	−0.01	−0.88	0.55
穗長	1970	−0.08	−0.03	0.62	0.41	−0.23	−0.41	0.12
	1971	−0.50	−0.40	1.92	0.20	−0.15	−1.03	0.16
每穗小穗數	1970	0.07	−0.63	1.52	−0.56	−0.11	−0.28	0.47
	1971	−1.00	−0.73	3.80	−0.88	−0.55	−0.65	0.33
每穗粒數	1970	−0.43	−1.38	0.92	−1.46	−0.86	3.22	0.76
	1971	−5.91	−2.31	8.52	−1.13	−1.28	2.12	1.26
千粒重	1970	−1.88	1.15	0	2.30	0.30	−1.88	0.92
	1971	−0.40	−1.10	0.27	2.25	0.50	−1.48	0.57
小區産量	1970	−0.45	−6.75	14.43	0.48	−4.40	−3.30	4.89
	1971	−22.33	−22.98	66.92	−15.45	−3.85	−2.28	10.63

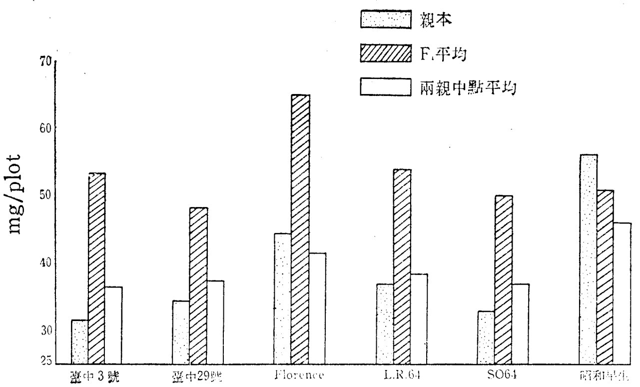


圖1. 親本、F_1 平均及兩親中點平均小區產量之比較（1970）

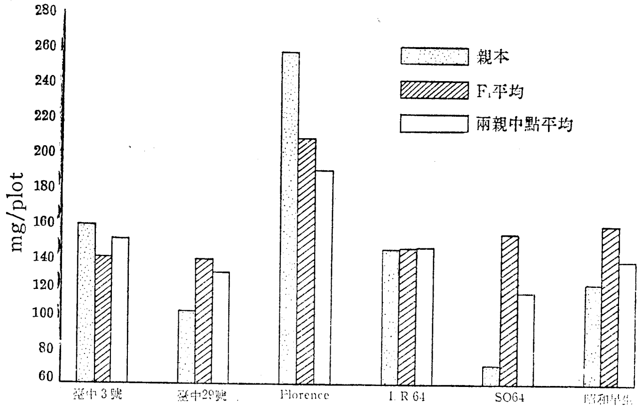


圖2. 親本、F_1 平均及兩親中點平均小區產量之比較（1971）

五、討　　論

本試驗田間試驗小區爲單行區，而株距則爲10公分，單本植，此與一般小麥的栽培法不同，在此種寬大株距情況下所獲致之雜種優勢，是否能完全代表眞正的什種優勢，自無法肯定 不過據Briggle等（1967）稱，寬行株距與條播顯示同樣的雜種優勢，而本試驗與前人已有之報告（3，4，5，6，7，9，10，11，13，15）具有相似的結論，故應屬可靠。

試驗中，親本的種子，並非人工雜交種子，一般較雜種種子爲良好， McNeal（1965）有同樣報告。1970年臺北試驗，係先行催芽後播種，所以初期生長較爲一致，但1971年在臺中試驗，則係直接播種，因此親本似有受種子發芽勢的有利影響，此或爲1971年雜種優勢較低的另一原因，當然前述在較惡劣環境下雜種較爲有利亦爲原因之一（Briggle等，1964）。同時因子型（品種）×年份（地點）的交感，亦宜考慮，不過除產量外若干農藝性狀如千粒重，兩年的結果則頗爲一致，似較不受環境之影響。

六個親本品種成熟期未有詳細資料，但就觀察結果，Florence爲一遲熟品種，而 Sorona 64，臺中29號，昭和早生均極早熟，故一般而言，遲熟品種與早熟品種間的雜交可獲較大的雜種優勢（Gyawali, 1968）。在本省的耕作制度下，早熟非常重要，而根據 Bitzer 與 Fu（1972）報告，認爲 F_1 的成熟期常比早熟親本爲遲而不會提早，故利用 Florence 爲親本雖有顯著的雜種優勢，但 F_1 的成

熟期必需特別注意。基於這一理由，Sorona 64 雖然產量不如 Florence 品種，可是其早熟性及雜種優勢在雜種利用上極爲有利，所以對本試驗的六個品種而言，仍不失爲一個良好的親本。

本試驗不論1970年的昭和早生或1971年的臺中 3 號及 Florence, 親本品種的平均均超過雜種 F_1 平均，似爲一特殊現象，可能係由於缺株造成對鄰株生長有利而高估的結果。

六、摘 要

(一) 本試驗以六個小麥品種：臺中 3 號，臺中29號，Florence. Sorona 64. Lerma Rojo 64及昭和早生進行全互交，研究這六個品種的雜交優勢和組合力，作爲育成雜種小麥的參考。

(二) 供試六品種交配所得之15個雜種 F_1 及 6 個親本品種進行試驗，採用逢機區組設計，單行區，行長1.5公尺，株距 10公分，收穫中間10株作產量及農藝性狀的調查。1970年在臺北擧行，重雜 6 次；1971年在臺中擧行，重雜 5 次。

(三) 1970年各性狀的平均成績，顯較1971年爲劣（表 1），此乃由於1970年臺北氣候惡劣，環境遠較適於小麥生長之臺中地區爲差之故。

(四) F_1 雜種優勢的表現，就產量而言， 1970年表現較高雜種優勢。15個 F_1 中有 3 個顯較高親爲優，4 個顯較兩親平均爲優，與高親比較之平均雜種優勢爲23.4%（表 2 a）。1971年則有 4 個雜種 F_1 較兩親平均爲高，但沒有較高親爲高者。較兩親平均的平均雜種優勢爲10.5%（表2b）。此一結果說明 F_1 在不良環境下有較大的適應力。

株高則僅略優於兩親平均，大部 F_1 都較高親爲低；每株分蘖數與每株穗數相關，故兩者結果相似，顯示 F_1 優於兩親平均，但1970年也略多於高親，而1971年則否。穗長，每穗小穗數及每穗粒數三者的結果也相近，F_1 平均與兩親平均相似而較高親之穗長爲短，小穗數爲少，每穗的粒數也較少，1971年這三性狀並無雜種優勢表現。千粒重則兩年均顯示雜種優勢，F_1 平均較高親之麥粒爲重。

(五)組合力分析結果，一般組合力爲主要的變異來源，不論1970或1971，各性狀的一般組合力均極顯著。兩年產量的特定組合力均不顯著。其他性狀則1970年僅穗長，每穗粒數及千粒重顯著；1971年則有 6 個性狀顯著。依一般組合力效應而言，兩年的趨勢完全一致，其中 Florence 產量及各性狀均有正值效應，再就其 F_1 產量的雜種優勢（圖 1 及圖 2）的表現，可認爲是本試驗中最佳的雜交親本。不過這一品種的成熟期稍遲，由於本省耕作制度的限制，早熟爲必需的性狀。依據遲熟×早熟的 F_1 的成熟期較早熟者略遲的結果，因此這一品種宜與較早熟品種雜交，雜種 F_1 才有可能應用。Sorona 64 品種的產量雖不及 Florence，但成熟期早，雜種優勢亦佳，故爲次佳的雜交親本。

七、主要參考文獻

1. Briggle, L. W. 1963. Heterosis in wheat—a review. Crop Sci. 3:407—412.
2. Briggle, L. W., E. L. Cox &R. M. Hayes. 1967. Performance of a spring wheat hybrid, F_2, F_3 and parent varieties at five population levels. Crop Sci. 7:465—470.
3. Briggle, L. W., R. J. Daum & H. Stevens. 1964. Expression of heterosis in two wheat crosses. Crop Sci. 4:220—223.
4. Bitzer, M. J. &S. H. Fu. 1972. Heterosis and combining ability in Southern soft red winter wheats. Crop Sci. 12:35—37.
5. Brown, C. M., R. O. Weibel & R. D. Seif. 1966. Heterosis and combining ability in common winter wheat. Crop Sci. 6:382—383.
6. Darrell, G. W. & L. L. Charles. 1970. Hybrid vigor in hard red spring wheat crosses. Crop Sci . 10:220—223.
7. Fonseca Santiago & F.L. Patterson. 1968. Hybrid vigor in a seven parent diallel cross

in common winter wheat. Crop Sci. 8:85-88.
8. Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel cross systems. Australian Jour. Biol. Sci. 9:463—493.
9. Gyawali, K.K., C.O. Qualset & W.T. Yamazaki. 1968. Estimates of heterosis and combining ability in winter wheat. Crop Sci. 8:322—324.
10. Knott, D. R. 1965. Heterosis in seven wheat hybrids. Canad. J. Plant Sci. 45:499—501.
11. Kronstad, W.E. &W.H. Foote. 1964. General and specific combining ability estimates in winter wheat (*Triticum aestivum*, Vill. Host) Crop Sci. 4:616—619.
12. McNeal, F.H., D.E. Baldridge, M. A. Berg and C.A. Watson 1965. Evaluation of three hard red spring wheat crosses for heterosis. Crop Sci. 5:399—400.
13. Shebeski, L.H, 1966. Quality and yield studies in hybrid wheat. Canad. J. Genet. & Cytol. 8:375—386.
14. Sun, P. L.F., H.L. Shands & R.A. Forsberg. 1972. Inheritance of kernel weight in six spring wheat crosses. Crop Sci. 12:1—5.
15. Walton, P.D. 1971. Heterosis in spring wheat. Crop Sci. 11:422—424.

ENGLISH SUMMARY

HETEROSIS AND COMBINING ABILITY ON SIX SPRING WHEAT VARIETIES (1)

Hsiung Wan, C.I. Wang, & T.C. Lee (2)

The utilization of heterosis is interested by many breeders Since the discovery of cytoplasmic male sterility in wheat. However, the combining ability differs greatly among wheat varieties. Six wheat varieties, Taichung 3, Taichung 29. Florence, Lerma Rojo 64 ' Sorona 64 and Showa-wase,. used in developing cytoplamic male sterile lines and restoring lines were crossed in a diallel system to study the magnitude of heterosis and their combining ability in Taipei in 1970, and in Taichung in 1971.

Six parent varieties and their 15 F_1 hybrids were studied in a randomized complete block experiment of 6 replications in 1970 and 5 replications in 1971. Each single row plot consisted of 15 individual plants of which only 10 plants were harvested and their characters measured. The rows were 40cm apart and the individual plants were spaced at 10cm. in the row. Eight agronomic Characters measured were yield per plot (gm), plant height (cm), no. of tillers per plant, no. of spike per plant, spike length (cm), no. of spikelet per spike, no. of kernel per spike and weight of 1000 kernels (gm). The data were recorded on plot basis and analyzed by using Griffing's Method IV, Model I. (one set of F_1's).

The mean values of eight characters in 1970 were significantly lower than that in 1971 because of the weather difference in this two years and two locations (Table 1). Taichung was the area most adapted to wheat growing.

F_1 heterosis was expressed as the percent increase over mid-parent and better parent. For grain yield, 3 of 15 hybrids were significantly better than the better parent and 4 were significantly better than the midparent(Table 2a), average heterosis over the higher parent was 23.4% in 1970; 4 of 15 hybrids were significantly better than the midparent, but no hybrid was significantly higher than the better parent, average heterosis over midparent was 10.5% (Table 2b). This results indicated that F_1 hybrids were more adaptable than the parents under adverse condition.

Plant height of F_1's was a little taller than the midparent, most of the hybrids were shorter than the higher parents. The results of No. of tillers per plant and No. of spike per plant were the same, that in 1970, the hybrids showed heterosis over higher parent; but only showed heterosis over midparent in 1971.

The manifestation of heterosis for length of spike, No. of spikelet per plant and No. of kernel per spike showed the same trend. Only average heterosis over midparent was found in 1970. There was virtually no heterosis expressed in 1971.

Heterosis over higher parent for weight of 1000 kernels was found in both years.

General combining ability was found to be the important Source of variability. They were significant for all characters studied. There were only 3 characters in 1970 and 6 in 1971 significant for specific combining ability, not including plot yield in both years. Florence had the highest parental yield (Table 1) produced highest yielding F_1's (Figs. 1& 2) and gave largest positive general combining ability effects in both years, it was the best variety that could be used in hybrid wheat program. Howtever, Florence is a late maturity variety which must be crossed with an early variety in order to make the hybrid to be fitted in the cropping system in Taiwan. Sorona 64, an early maturity Variety having low parental yield but producing large heterosis may also be a promising parent variety in producing hybrid.

---

1. The 1970 results presented in this paper was part of a thesis submitted by the second author in partial fulfillment of the requirements for a MS degree at National Taiwan University.
2. Formerly professor and graduate student of Agronomy, National Taiwan University, Taipei. Resent address: Taiwan Agri. Res. Inst. Taipei and Joint Commission on Rural Reconstruction, Taipei, and breeder, Taiwan Agri. Res. Inst. Taipei, respectively.

X-RAY INDUCED SEMISTERILITY OF RICE NOT INVOLVING CHROMOSOME ABERRATIONS EASILY DETECTABLE BY CYTOLOGICAL MEANS[1]

by

Chen-seng Huang and Nan-tian Chuang [2]

Various workers (1, 4, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 18, 19, 22, 24, 25) reported the occurrence of semisterility in rice induced by irradiation. The frequency of semisterile and sterile plants, appeared in the progenies of irradiated populations, was known to be the highest among all types of mutations found. The low seed-set showed such a close association with chromosome interchange that some researcher (22) even concluded that the semisterility could be a useful criterion for determining the occurrence of a heterozygous reciprocal translocation in the absence of cytological examination. It seems that the semisterility of radiation origin is not entirely due to translocation which is cytologically detectable, since the segregation for fertility in the progenies from irradiated plants is not as simple as that is expected by the interchange hypothesis only (1). Very few is known on the radiation-induced. semisterility of rice that does not involve chromosome aberrations. The nature of hybrid sterility in rice species has been controversial for a decade. Evidences in favor of both genic hypothesis and cryptic structural changes were presented by various workers, based on the observations on hybrid materials between existing varieties (23). It is a widely recognized concept that mutants constitute the principal raw materials for differentiation of living things. However, less effort has been made to clarify the nature of semisterility in rice, including those in hybrids of existing varieties, through the use of irradiated materials. Reported below are the results of a study on the X-ray induced semisterility of rice not due to big chromosome aberrations. This study was financially supported in part by the National Council of Science Development to which the writers wish to express their gratitute.

Materials and Methods

Dormant seeds of rice variety, Taichung 65, were treated with 10 kr, 20 kr and 30 kr of X-rays at 120 KVP in 1959. In the X_2 generation, the plants of various degrees of seed-set were harvested in a random manner from each treatment to provide the seed for progeny-testing. Twenty to 50 plants constituted a X_3 line. From 87 X_3 semisterility segregating lines, 22 lines were selected and used in this study. Semisterile plants of these lines had PMCs containing a ring or chain of four chromosomes at diakinesis and metaphase-I with a frequency equal or less than 3%. One to several representative sterile

---

1. Serial number (Q) 617

2. Senior agronomist, Taiwan Agricultural Research Institiue, Taipei, and formerly instructor, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, Republic of China.

plants in each of 22 X_3 lines were progeny-tested, and several fertile plants in each of these progenies were testcrossed on the original variety, Taichung 65, to isolate the semisterility homozygotes. Besides, the seed-fertility of the testcross F_2 was investigated. The isolated semisterility homozygotes were progeny-tested, and only those that bred true were intercrossed in order to study the breeding behavior of seed fertility in the F_1 and F_2. The detail of pedigree of the materials used in this study is shown in Fig. 1. Ordinary smear method was employed in preparing the slides for cytological observations.

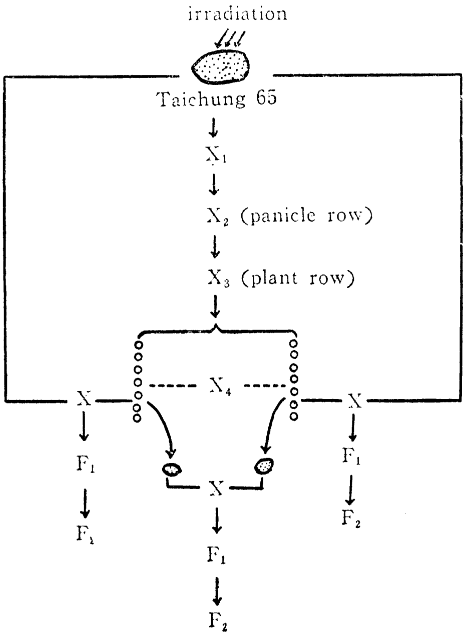


Fig. 1, The pedigree map of the materials used in this study

Results and Discussion

The frequency of PMCs containing ring or chain of four chromosomes in several semisterile plants in each X_3 line and the fertility of all plants in each of 87 X_3 lines were investigated and recorded. The ring or chain of four will be denoted by ④ hereafter. As a general rule, 15 to 30 PMCs at diakinesis and metaphase-I per plant were observed. Based on the cytological information, these X_3 lines were divided into two groups ; one group was the lines in which semisterile plants showed a ④ frequency more than 3.0%, and the other was those lines which the sterile plant had a ④ frequency equal or less than 3.0%.

In addition, the X_3 lines were arbitrarily classified into four categories according to the patterns of seed-fertility segregation. They were (A) continuously segregating, (B) segregating a few semi-sterile plants, (C) all semisterile with a few fertiles, (D) segregating into a ratio of one to one. The number of lines in each group and each category is shown in Table 1.

Table 1. Segregation patterns of seed fertility and the occurrence of ④ chromosomes in various X_3 lines

④ frequency \ Segregation pattern	A	B	C	D	Total (%)
④≦3.0%	10	2	1*	9	22 (25.3)
④>3.0%	5	1	4	44	54 (62.1)
Unknown	3		1	7	11 (12.6)
Total (%)	18 (20.7)	3 (3.4)	6 (6.9)	60 (69.0)	87 (100.0)

*Sterile plants of this line showed a normal pollen ratio

Note : A=Continuously segregated

B=Fertile with a few semisterile plants

C=Semisterile with a few fertile plants

D=1 : 1 segregating

Among 76 X_3 lines examined cytologically, an unexpected high number of 22 lines segregated only semisteriles of which PMCs contained one ④ at diakinesis or metaphase-I in a frequency equal or less than 3.0%. The frequencies of seed-fertilities in these lines distributed mostly in a continuous manner, A category, otherwise in one-to-one ratio, D category.

It is noteworthy that the lines belonging to A category tended to have low frequency of ④, while those lines segregated almost into 1 : 1 ratio tended to have high frequency of ④. Apparently big change in chromosomal strucure, especially reciprocal translocation, occurred in the lines belonging to the latter category. The chromosomal change in those lines with low frequency of ④ was naturally small. The frequencies of ④, found in the PMCs of semisterile plants of 76 X_3 lines are shown below.

0%	≦3.0	6.75	15	25	35	45	55	65	75	85	95	Total
Number of lines	22	4	5		4		3	5	6	9	18	76

Among those lines showing a ④ frequency more than 3.0%, there was a significantly negative correlation, r=−0.298, between ④ frequencies and the seed-fertility of semisterile segregates. No such correlation was found in the 22 lines showing ④ frequency less than 3.0%.

In order to clarify futher the relationship between ④ frequency and seed-fertility in low ④ group, four representative lines, namely X_3-2, X_3-28, X_3-57 and X_3-70, out of the 22 lines were examined thoroughly on an individual-plant basis. Fifteen to 30 PMCs per plant at diakinesis and metaphase-I were observed . The number of plants investigated in each line and the average frequency of ④ in fertile and in semisterile plants in each line are presented in Table 2. One semisterile plant in X_3-57, that had an unexpectedly high percentage of ④, was excluded in the averaging.

Table 2. Frequencies of ④ chromosomes in four X_3 lines segregating for semisterility

Line number	No. of plants* investigated	No. of plants showed④	Ave. % of ④ forming PMCs in fertile plants	Ave. % of ④** forming PMCs in semisterile plants	Segregation pattern for seed fertility
X_3—2	21	2	0.52(1/190)	0.35(1/280)	A
X_3—28	30	12	1.63(3/184)	2.91(17/583)	A
X_3—57	38	8	1.23(5/404)	1.77(10/563)	D
X_3—70	25	7	0.84(3/354)	3.00(9/300)	B

* Including fertile and semisterile ones

** A seed fertility less than 75% was considered semisterile.

The percentage of PMCs having ④ in fertile or normal plants of these four lines was 1.6%, or less. All of these PMCs contained only one ④. This result corresponds roughly with those reported by Sakai (20), about one percent in Japanese varieties, and by Huang *et al.* (7), 1.5% in Taichung 65. Hsieh (5) and Demeterio *et al.* (2) also reported the occurrence of ④ in the ordinary cultivars. The semisterile plants in X_3-28 and X_3-70 showed slightly higher frequency of ④ than that in the fertiles. The difference in the frequencies between fertile and semisterile plants in other two lines was probably not significant.

In the remaining 18 lines, the frequency of ④ was very low, though the number of PMCs examined in each line ranged between 25 and 80 collected from several semisterile plants. No ④ was found in 15 lines and 1.3%, 1.7%, and 2.95 were obtained in the remaining three lines. The quadrivalent, though in a very low frequency, appeared in the PMCs of fertile plants, or in the original normal variety, or in other cultivars, is difficult to explain. A translocation of very small segments which are genetically inert, occurring at terminal regions of different chromosome arms, may result in such a cytological consequence. However, the ring of four will be eliminated after several successive selfings. Whatever the origin of ④ in the normal plants may be, it is difficult to distinguish it from the ④ possibly caused by translocation of small segments induced by irradiation. Pachytene analysis, which is still somewhat controversial in its amendability in rice, may be useful for further clarifying this. In any way, the lines having ④ in a frequency equal or less than 3.0% may be considered as the ones having normal chromosome structure or cryptic structure change of chromosomes in conventional cytological terms. These lines will be tentatively called no ④ lines, while those showed high ④ frequency will be called ④ forming lines hereafter.

One to several representative semisterile plants were selected from each of the so-called no ④ lines for progeny-testing. The relationship between the segregation parrerns of seed fertilities in the X_3 and those in the X_4 is shown in Table 3.

Semisterile plants from 1 : 1 segregating X_3 lines tended to produce progenies also segregating into 1 : 1, while those from continuously segregating X_3 lines produced progenies

Table 3. The relationship of segregation patterns of seed fertility between X_3 and X_4 lines showing ④ less than 3.0% (numbers in the Table show the numbers of X_4 lines)

X_4 \ X_3	A	B	C	D	Total
A	14	1			15
B	2	1		3	6
C	3		4		7
D	2		1	12	15
Total	21	2	5	15	43

of all four categories of segregation with a tendency toward the continuous pattern. It is conceivable that the factors responsible for the semisterility in the continuously segregating lines are more complicated than those in the lines segregating 1 : 1.

From most of these X_4, 3 to 5 fertile plants per line were selected and testcrossed with Taichung 65, resulting in the successful isolation of 14 homozygotes of semisterility derived mostly from different X_3 lines (Table 4).

Table 4. Testcrosses of the fertile plants within semisterility segregating lines having ④ frequency less than 3.0%

F_1 No.	Parent			Chromosomes* in PMCs	Average seed fertility (%)
	♀	♂ (progeny test)	Segregation type in X_4 line		
259	Taichung 65	X_4 609—4 (S)	1 : 1	12II	54.8
266	〃	X_4 611—3 (F)	1 : 1	〃	52.0
268	〃	X_4 612—3 (F)	1 : 1	〃	48.0
286	〃	$X_4$617—11 (F)	1 : 1	〃	48.1
290	〃	X_4 618—8 (S)	Cont.	〃	?
310	〃	X_4 623—2 (F)	1 : 1	〃	47.9
316	〃	X_4 624—8 (F)	1 : 1	〃	44.4
322	〃	X_4 627—8 (F)	Cont.	〃	58.2
326	〃	X_4 629—1 (F)	Cont.	〃	64.8
354	〃	X_4 636—5 (F)	1 : 1	〃	53.0
371	〃	X_4 644—4 (F)	1 : 1	〃	47.3
374	〃	X_4 645—4 (F)	Cont.	〃	62.5
385	〃	$X_4$650—1 (F)	1 : 1	〃	44.5
390	〃	$X_4$652—11 (F)	Cont.	〃	63.8

Note: (S) indicates segregation of semisterility in the progeny.
(F) indicates no segregation determined by visual observation.
* Determined based on 20—30 PMCs at diakinesis and metaphse—I.
? One plant with 30% fertility and 3 plants almost normal.

The average seed-fertilities of the testcrossed F_1's in Table 4 were obtained from one to several F_1 plants. The seed-fertilities of these F_1 plants were compared in Table 5 with those testcross F_1's of which parental lines showed high frequencies of ④ and segregated into 1 : 1 ratio for fertility. However, only those testcross F_1's that had a seed-fertility less than 75% were included.

It is shown in Table 5 that the testcross F_1's of fertile plants from the lines forming ④ and segregating for seed-set in 1 : 1 ratio had a seed-fertility ranging from 59% to 30% with an average of 42.3%, while those from the lines segregating into 1 : 1 but without ④ formation ranged from 59% to 40% with an average of 49.3%. On the other hand, the testcross F_1's of the fertile plants from the line segregated continuously but without ④ formation had a higher range, 75% to 50%, of seedset distribution with an average of 66.3%. These results lead to a conclusion that the degree of sterility was related with segregation patterns and ④ formation.

Table 5. Percentages of seedset in the testcross F_1's between original Taichung 65 and the fertile plant in X_4 semisterility lines showing no ④ (≦3.0%)

Nature of ♂ parent line	♀ parent	Seed-fertility (%)							Total number of testcrosses
		85	75	65	55	45	35	25	
Forming ④ and 1 : 1 segregated	Taichung 65				1	27	12		40
No ④ but 1 : 1	〃				6	9			15
No ④ but continuously segregated	〃		1	10	2				13
No ④ but other segregation pattern	〃			1	1	1			3

The 31 testcross F_1's of the fertile plants from no ④ lines shown in Table 5, were also cytologically investigated. Most of them did not form ④ in the PMCs at diakinesis and metaphase-I, except 6 F_1's which showed a ④ frequency ranging from 27.8% to 31.6%, despite the fact that no ④ was observed in their female parental lines. Of these 6 F_1's, 4 were related with continuously segregating lines originated from two different X_3 lines. The female parental lines of other 2 F_1's were of other segregation types than 1 : 1.

In the meantime, not all of the F_1 plants in a testcross gave the similar degree of seed-setting, though a majority of the F_1's did so. This is shown in Table 6. Differences in seed setting percentages of F_1 plants in the same testcross could be attributed to the environmental factors or possibly due to self-pollination during hybridization or even due to mixture. The rate of self-pollination in hot-water emasculatrion was very low and the F_1 plants were carefully grown in the field ; moreover the fertile F_1 plants in other testcrosses, grown in the same field, showed a seed-fertility higher than 75%. Thus, the genetic cause of such segregation is more likely, though its nature is still obscure.

Table 6. Segregation of seedset in three testcross F_1's of the fertile plant in X_4 lines segregating for semisterility and showing no ④

F_1 No.	Parent ♀ ♂	Parent (fertility)	Seed fertility (%) 95	85	75	65	55	45	35	25	15	5	Total
F_1 296	Taichung 65	620—4 (96.2)	9	2	1	2		1					15
F_1 302	〃	621—5 (84.0)	3		1					1		1	6
F_1 343	〃	633—8 (99.1)	5	1		2					1		9

The testcross F_1's which were semisterile but did not form ④ in PMCs were progeny-tested. About 20 to 40 F_2 plants constituted a progeny. The distribution patterns of seed-fertility in each of 14 testerosses are presented in Table 7.

Table 7. Frequency distribution for percentage of seedset in the testcross F_2's between original Taichung 65 and the fertile plant in the X_4 lines segregating for sterility and showing no ④

F_2 No.	Parent ♀	Parent ♂	Ave. seed set of TCF_1 (%)	Number of TCF_2 plants in each seed set range 95	85	75	65	55	45	35	25	15	Total
259	Taichung 65	609-4	54.8	16	8	1	2	5	10	2			44
266	〃	611-3	52.0	13	3		3	7	12		1		39
268	〃	612-3	48.0	12	6	1		3	13	2			37
286	〃	617-11	48.1	17	10	2	1	8	6				44
290	〃	618-8	?	25	2	10	7						44
310	〃	623-2	47.9	20				11	12	1	1		45
316	〃	624-8	44.4	8			1	6	11	1			27
322	〃	627-8	58.2	17	4	3	7	8	1				40
326	〃	629-1	64.8	23	5	13	4						45
354	〃	636-5	53.0	15	8	1	3	8	5	2			42
371	〃	644-4	47.3	15	6			4	14	5			44
374	〃	645-4	62.5	10	9	10	21	1					51
385	〃	650-1	44.5	18	4	3		2	10	1			38
390	〃	652-11	63.8	1	6	8	1	1					17

Only F_2's 286, 316, 374 and 390 in Table 7 did not agree with the expected 1 : 1 ratio in seed-fertility ; apparently F_2's 374 and 390 were continuously segregated. It is worthy to

note that most of the semisterile plants in F_2's 290, 326 and 374 had a seed-fertility ranging between 60% to 75%.

The above results indicated that the X-ray induced semisterility not due to big chromosome changes could be perpectuated in the fertile homozygous forms and could be reproduced by backcrossing them to the original variety. These homozygotes, tentatively designated as SH lines, did not show any distinct difference in qualitative characters from the original Taichung 65.

Twelve SH lines that bred true were selected in the next season and the intercrossings were made between them. Summarized in Table 8 are the seed-fertilities and pollen ratios of the intercross F_1's from 6 SH lines. It can be seen in the Table that the seed-fertility varied from 14.9% to 42.3%. One thing worth mentioning is that the F_1 between SH629-1 and SH652-11, that derived from the lines segregated the partial sterile plants relatively high in fertility, gave a seed fertility as high as 42.3% (Table 7).

Table 8. Percentages of good and intermediately aborted pollens (in parentheses) and seedset (above the diagonal line) of the intercross F_1's among SH lines

♀ \ ♂	SH 629-1	SH 636-5	SH 644-4	SH 654-4	SH 650-1	SH 652-11
SH 629-1	—	24.2	27.9	37.0	24.7	42.3
SH 636-5	50.9 (0.1)	—	14.9	25.0	18.2	35.7
SH 646-4	45.8 (0.1)	42.2 (0.2)	—	27.7	—	32.9
SH 645-4	47.5 (3.9)	39.6 (2.7)	43.2 (1.1)	—	19.0	—
SH 650-1	45.6 (12.5)	38.2 (16.1)	31.9 (8.7)	38.8 (14.2)	—	24.3
SH 652-11	48.7 (0)	50.0 (0.4)	44.3 (2.2)	—	48.7 (9.1)	—

On the other hand, the seed fertilities of the intercross F_1's were apparently lowered by the combination of two sources of sterilities. The degree of lowering depended on the degree of sterility from the two sources. It is indicated in Table 9 that the observed fertilities of the F_1's agreed with the calculated values in a majority of the testcrosses. Hence, the sterilities were recombinable.

Double translocation heterozygotes, which involved high frequencies of ring of six or two rings of four chromosomes, were reported to have seed fertilities as low as 3% or less (7). In other words, they were almost completely sterile, consequently no double translocation homozygotes could be recovered in their offsprings.

Table 9. Observed and calculated seed fertilities of the F_1's between SH lines

P_1 line		P_2 line		F_1 seed-fertility	
SH No.	Average seed fertility of semisterile plant	SH No.	Average seed fertility of semisterile plant	Observed	Calculated (P_1XP_2)
	(%)		(%)	(%)	(%)
SH 636-5	53.0	SH 629—1	64.8	24.2	34.3
〃 644-4	47.8	〃	〃	27.9	30.9
〃 645-4	62.5	〃	〃	37.0	40.5
〃 650-1	44.5	〃	〃	24.7	28.8
〃 652-11	63.8	〃	〃	42.3	41.3
〃 644-4	47.8	SH 636—5	53.0	14.9	25.3
〃 645-4	62.5	〃	〃	25.0	33.1
〃 650-1	44.5	〃	〃	18.2	23.5
〃 652-11	63.8	〃	〃	35.7	33.8
〃 645-4	62.5	SH 644—4	47.8	27.7	29.8
〃 652-11	63.8	〃	〃	32.9	30.4
〃 650-1	44.5	SH 645—4	62.5	19.0	27.8
〃 652-11	63.8	SH 650—1	44.5	24.3	28.3

Relatively high fertility of the intercross F_1 between SH lines will make it possible to combine two genetic sources of semisterility in a homozygote form that will eventually be fertile and breed true. On the contrary, no such combining is possible in the case of double translocation heterozygotes, not only because of their extremely low seed fertility but also because of the lethal effect of the male gametes carring two translocations (7). The intercross F_1's between SH lines also differed from the double translocation heterozygotes by that they did not produce the parthenocarpic-like spikelets.

The good pollen ratios of the intercross F_1's, presented in Table 8, ranged from 31.9% to 50.0% which were also considerably higher than those found in the ring of six or two rings of four double translocation heterozygotes, averaging 20%-30% (7). In addition, these F_1's had intermediately aborted pollens which were never observed in the translocation experiments conducted by the authors (7). This phenomenon has been frequently reported in the F_1's of the intersubspecific hybrids of cultivated rice.

The percentages of intermediately aborted pollens in various intercross F_1's were found most frequent between 0%-3% and 10%-15%, depending somewhat on parental SH lines. For example, the F_1's related with SH650-1 were always high in the percentage (Table 8). These aborted pollens could be a result of artifact during the preparation of slides, or due to some kind of genetic factor, or both.

The F_2 populations of intercrosses between SH lines were tested for segregation of seed fertility and good pollen ratio. Table 10 shows the results. The frequency of seed

fertility in most of the F_2's distributed in a continuous pattern with wide range from 5% to 95%. Without exception, the average fertility of the F_2 was higher than the average of the F_1 in the same cross. Good pollen ratio also showed the similar segregation, only the range was narrower. It is apparent that two sources of semisterility simultaneously segregated, consequently the sterility characteristic of the F_1 was almost lost in the F_2. The similar segregation of fertility has been commonly reported in the intersubspecific hybrids of rice.

Semisterility, induced by irradiation in rice, has been considered mainly due to the chromosome interchange evidenced cytologically by the orientation of quadrivalent chromosomes in PMCs and genetically by a 1 : 1 segregation of fertiles to semisteriles. The lower the frequency of ④ chromosomes formed in meiosis, the shorter the segments of chromosomes interchanged. The present authors attempted to isolate from the irradiated populations of rice semisterility segregating lines in which the chromosome behavior of sterile plants in meiosis appeared similar to that of the original variety.

The data, presented in this paper, showed that not all semisterilities derived from irradiated rice seed were caused by cytologically detectable translocations. There was an unexpected high percentage of semisterility lines that did not involve big chromosome changes, but involved small changes. The smaller the change occurred, the lower the degree of sterility was observed. The percentage of these semisterility segregating lines would even be higher, if relatively low dose of radiation was used. It seems that many, but not all, of no ④ semisterilities showed the same breeing behavior as those known in heterozygous translocation. Semisterility homozygotes, that were isolated, set seed normally and bred true in most of cases. The breeding behaviors of seed and pollen fertilities in the F_1's and F_2's between these homozygotes were similar to those reported in the intersubspecific hybrids of rice. Whether the semisterility of this nature exists in ordinary varieties is not answered in the present study. Investigating PMCs, pollen and seed fertilities of the F_1's between SH lines and ordinary indica varieties, in comparison with those F_1's that original Taichung 65 is a substitute of SH lines as a parent, may be useful in answering this question.

Types of rice mutants, induced by irradiation, are known to be similar with those of collected genetic stocks originated mostly from spontaneous mutations. Though this is not always true, there are various examples to support this view in rice, such as lazy type, narrow and rolling leaves, minute spikelet, chlorophyll deficiencies, various types of dwarfs, anthocyanin pigmentation, etc. , that have been found in irradiated populations and also in the ordinary genetic stocks (5). The most striking example, asdescribed by Li *et al.* (27), was that the semidwarf type induced by irradiation from tall Taiwanese indica varieties were found to be controlled by the semidwarf gene identical to those of existing semidwarfs. For this reason, more attention should be paid to the artificially induced sterility and semisterility caused by small structural changes and genic changes in discussing the origin of intersubspecific hybrid sterility. The evidences, obtained in this study, were in favor of translocations of small segments as the role of differentiation of rice subspecies in hybrid sterility. This view was first presented by Venkataswamy (1957) and later supported by Stebbins

(1958) and Shastry *et al.* (23). However, there was no evidence in this study to discard the gamete development gene theory presented by Oka (23) and the inversion view by Henderson (23).

Table 10. Segregation of seed fertility and good pollen ratio of the intercross F_2 populations between SH lines

Hybrid No.	Parent of the F_1			Number of plants in each seed-set interval (%)												Ave. in F_1 (%)
				95	85	75	65	55	45	35	25	15	5	Total	Average (%)	
F_2 1126	SH636-5	SH629-1	P :	30	8	23	31	22	25	12	4			155	65.3	50.9
			F :	17	14	16	22	22	23	23	28	3	1	169	54.6	24.2
F_2 1127	SH644-4	SH629-1	P :	44	17	28	41	32	28	6	2	1		199	68.8	45.8
			F :	24	14	12	33	22	28	11	37	25	8	214	50.0	27.9
F_2 1128	SH645-4	SH629-1	P :	20	7	11	7	17	10	14	4	2		92	62.8	47.5
			F :	9	6	5	12	18	9	15	16	4	1	95	51.6	37.0
F_2 1129	SH650-1	SH629-1	P :	9	9	4	14	17	24	15	7	5		104	54.0	45.6
			F :	6	3	7	14	17	13	19	13	10	3	105	47.0	24.7
F_2 1130	SH652-11	SH629-1	P :	40	31	75	34	23	6	2	1			212	75.0	48.7
			F :	15	18	12	56	38	20	29	10	1	4	203	58.1	42.3
F_2 1131	SH644-4	SH636-5	P :	17	2	9	15	27	14	3	4	3		94	61.7	42.2
			F :	9	8	10	9	24	9	2	4	8	5	88	55.8	14.9

P : =Good pollen ratio
F : =Seed fertility

Summary

Among the 87 X_3 lines of rice segregated for seed fertility, 22 were found normal in chromosome behavior at diakinesis or metaphase-I in both fertile and semisterile plants. The frequencies of the individual seedset percentages in most of these 22 lines distributed in continuous manners, otherwise in a ratio of 1 : 1. Semisterile plants of 1 : 1 segregating X_3 lines tended to produce progenies segregated in 1 : 1, while those of the continuously segregating lines showed relatively unstable breeding behavior.

The fertile plants in the stable X_4 lines were testcrossed on the original variety, Taichung 65, and 12 homozygotes that set seed normally and bred true were isolated. The similar segregation for seed fertility re-occurred in the respective testcross F_2.

The percentages of seed fertility and stainable pollen of the intercross F_1's between

these homozygotes were, respectively, 14.9%-42.5% and 31.9%-50.0%. Five to 15% of intermediately aborted pollen were observed in the F_1's related with specific homozygotes. The frequencies of seedset and stainable pollen percentages in most of the intercross F_2's distributed in continuous manners similar to those reported in the F_2 of the intersubspecific hybrid of rice.

References

1. Chang, W.T., 1955. Reciprocal translocations induced by X—rays in rice. J. Agr. Assoc. China, N.S, (9) : 50—59 (in Chinese with English summary)
2. Demeterio, E.G.V., S. Ando, A.D. Ramirez and T.T. Chang, 1965. Cytological and histological studies of sterility in F_1 hybrids of twelve indica—japonica crosses. Phil. Agr. 49 : 248—259
3. Engle, L. M., D.A. Ramirez and T.T. Chang, 1969. The cytology of sterility in F_2, F_3 and F_4 hybrids of Indica X Japonica crosses of rice (Oryza sativa L.). Cytologia 34 (4) : 572—585
4. Genetics 6th Lab. National Institute of Agricultural Science, 1958. Studies on visuable mutations—in X_2 generation, Utilization of mutations induced by radiations (2) In the Progress Report on the Fundamental studies on Rice Breeding. Jap. N.I.A.S., (Japanese Mimeo.)
5. Hsieh, S.C., and H.I. Oka, 1958. Cytological studies of sterility in hybrids between distantly related varieties of rice, Oryza sativa L. Jap. J. Genet. 33 (3) : 73—80
6. Huang, C.H., 1961. Induction of mutations for rice improvement in Taiwan, Crop and Seed Improvement in Taiwan, Republic of China. Plant Industry series No. 22, JCRR, pp. 59—76
7. Huang, C.S. and T.D. Chang, 1958. Cytogenetic studies on X—rayed rice. J. Agr. Assoc. China, N.S. (24) : 10—31 (in Chinese with English summary)
8. Huang, C.S., N.T. Chuang, C.D. Wan and H.H. Hu, 1969. Cytogenetic studies on triple translocation heterozygotes of rice. Taiwan Agr. Res. 18 (2) : 1—9
9. Imai, Y. 1935. The effect of X—rays on the production of sterile rice. Jap. J. Genet. 16 : 23—35
10. Ishikawa, J., 1927. Studies on the inheritance of sterility in rice. J. Fac. Agr., Hokkaido Imp. Univ. 20
11. Jennings, P.R., 1966. Comparative F_2 and F_3 fertility in partially sterile rice hybrids. Crop Sci. 6 : 316—318
12. Katayama, Y., and S. Shida, 1968. Behavior of balanced lethal genes occurring in progeny of X—rayed rice. Jap. J. Genet. 43 (2) : 129—136
13. Kawai, T., 1963. Mutations in rice induced by radiation and their siginficance in rice breeding I. Mutations by radiophosphorus. Bull. Natl. Inst. Agr. Sci (Jap.) Ser. D. No. 17 : 1—75
14. Kawai, T. and T. Inoshita, 1965. Effects of gamma ray radiation on growing rice plants. I. Irradiation at four main developmental stages. Rad. Bot., 5 : 233—55

15. Kitamura, E., 1960. Genetical studies on hybrid sterility in japonica—indica crosses. Recent Advances in Breeding 2 : 53—62
16. Oka, H, 1954. Phylogenetic differentiation of the cultivated rice plant, II. Intervarietal hybrid sterility. Agri. Res. (Taiwan) 3 (1) : 50—65
17. Oka, H.I., 1957. Genic analysis for the sterility of hybrids between distantly related varieties of cultivated rice. J. Genet. 55 (3) : 397—409
18. Oka, H., T.D. Chang and M.S. Hong, 1953. Reciprocal translocation in rice. Jap. Gent. 28 : 87—91
19. Ramiah, K., N. Parthasarathy and S. Ramanujum, 1935. Chromosome ring in X—rayed rice. Assoc. Econ. Biol. Coimbatore : 2 : 1—4
20. Sakai, K.I., 1935. Chromosome association in Oryza sativa L.I. The secondry association of meiotic chromosomes. Jap. J. Genet. 11 : 145—56 (Japanese)
21. Sampath. S, and H. K. Mohanty, 1954. Cytology of semisterile rice hybrids. Curr. Sci. 23 : 182—183
22. Soriano, J.D., 1954. X—ray induced reciprocal translocations and chlorophyll mutations in rice. Bot. Gaz. 120 : 162—65
23. The International Rice Research Institute, 1964. Rice Genetics and Cytogentics. Elsevier Pub. Co., Amsterdam
24. Yamaguchi, H., 1956. The biological action of X—ray on the plants of the dffierent seed-grown origin. Jap. J. Breed. 6 : 91—95
25. Yamaguchi, H., 1958. The effect of fractional X—ray dose on sterility and mutation in dormant seed of rice and barley. Jap. J. Breed. 7 : 213—220
26. Yao, S.Y., M.T. Henderson and N.E.Jodon, 1958. Cryptic structural hybridity as a probable cause of sterility in intervarietal hybrids of cultivated rice, O. sativa. Cytologia 23 : 46—55
27. Li, H. W., C. H. Hu, W.T. Chang and T.S. Weng, 1961. The utilization of X—radiation for rice improvement, Effects of Ionizing Radiations on Seeds", IAEA, pp. 485—495

X 光線誘發之稻染色體微小變異半不稔性之研究[1]

黃眞生、莊南田[2]

中文摘要

1.本試驗以研究水稻品種臺中65號經X光線處理後誘發之半不稔性及其遺傳行動爲目的，尤其是以顯微鏡不易查出的染色體微小變異者爲對象。由10kr, 20kr, 30kr 處理過的 X_2 材料中逢機取出 87X_3 半不稔系統，其中有22個系統分離半不稔個體而其花粉母細胞在肥厚期和第一中期只形成 3 %或以下的一個四價染色體，或者都是正常。這些系統可認爲染色體構造正常或發生微小變化者。

2.含有四價染色體的花粉母細胞之百分比少於 3 %的X_3半不稔系統，除了成以一比一分離結實與半結實個體外，尙有許多成連續性分離者。一比一分離系統內的半不稔個體大部分產生同樣分離之後代，但連續性分離者却產生四種不同分離型式之後代。

3.從四價染色體百分比低於 3 %的系統內，取其結實個體數株，並回交於原品種。根據此測驗交配的結果，分離出12個稔性正常又固定之同型接合體。連續性分離系統的測驗交配 F_1 有58.2%—64.8%之結實率，一比一分離系統的測驗交配F_1有44.4%—54.8%。上述稔性分離現象無論是一比一或連續者，都能於測驗交配F_2族羣中再度出現。

4.將上述12個同型結合體互相什交，結果互相什交F_1的結實率變異於14.9%—42.5%，而正常花粉率變異於31.9%—50.0%之間。此等F_1並沒有單性結果的現象。與一個同型結合體系統有親緣關係的F_1均發現有半退化花粉，約變異於 5 %—15%之間。

5.同型接合體間互相什交F_2族羣中，個體的結實率分離甚廣，與一般秈稉型稻品種間什交F_2者相似。至於此種半不稔性是否存在於天然品種之間，猶待今後之探求。

1.試驗報告農試字第六一七號

2.臺灣省農業試驗所技正，及前臺灣大學講師

臺灣主要土壤含氮狀況與其供應情形[1]

林家棻　張愛華　曾肇清[2]

引　言

農田表土所含氮素幾乎全爲有機態，其分佈情形，據 Bremner (3) 與 Stevenson (21) 等用熱酸分解測定結果，認爲表土所含全氮中約30～50%爲胺基酸態氮 (amino acid N)，6 ～ 9%爲 Hexosamine, ，而Purine 與 pyrimidine 的衍生物則僅1～2%。土壤中氮素目前尚有半數以上，未知其存在的形態。

土壤中有機態氮作物不能直接利用，但其中部分（1～3%）可經微生物作用轉變爲無機態氮，提供作物吸收。由於微生物活動受環境因子的影響甚大，因此估計土壤中氮素的供應較磷、鉀更爲困難。但作物除荳科外，對於氮素的需求仍較其他肥料要素爲高，且氮肥施用不足，固可減低收量，施用過量，亦易導致病蟲害的發生，因此探討土壤中氮素的供應仍屬目前重要課題之一。

Shiga (15) 認爲日本各地高產水稻在各生育時期所需要的氮素，目前業已大體了解，今後應加强對於各種環境之下，土壤中礦物化氮素釋放情形與水稻生長關係之研究。渠并以實例說明礦物化氮低的土壤，在水稻生育後期施用追肥，獲得顯著增收。

土壤氮有效指數之測定，目前仍以通氣之下，保溫培養產生 NO_3-N 法 (1,6, 8, 14, 18)，或潛水之下，保溫培養產生 NH_3-N 法 (25) 採用較廣。但培養法所需時間較長，不易達到土壤速測目的。若干學者如 Gallagher 與 Bartholomew (7) 認爲用化學法測定土壤中全氮、有機物含量、酸可抽出氮，或炭酸鈉可抽出氮以反映在溫室情形之下土壤中氮的有效性，較保溫培養產生 NO_3-N 法爲佳。Bremner (12)，與Verstaeten et al 氏 (24) 等認爲用沸水抽取土壤中氮素與用培養法所產生礦物化氮極爲接近。而Jenkinson (9) 認爲用熱水或 0.1 N Ba $(OH)_2$液抽取土壤中的葡萄糖 (Glucose) 與保溫培養所產生礦物化氮之關係較可抽出氮爲優。Stanford (19) 認爲用硫酸溶液較 Na-pyrophosphate 液容易將土壤中可礦物化氮抽出。Cornfield (5) 認爲保溫培養 NO_3-N 法乃假設在培養期中土壤內部分有機態氮轉變爲硝酸態氮，但在通氣培養之下，亦可能產生相當量的 NH_4^+-N，僅測定 NO_3^--N，殊不足爲憑，渠主張用 N NaOH 液處理土壤，所釋出的 NH_4^+-N，作爲土壤氮供應能力的估計。Truog (23), Subbiah 與 Asija 等 (22) 認爲土壤中有效態氮可以鹼性過錳酸鉀處理求得之。總之，土壤氮有效指數，用化學方法測定的缺點，在於未考慮土壤氮素轉變過程中 (mineralization-immobilization cycle) 有賴微生物活動所需要能量供應的因子，多屬經驗的判斷，所倡議的方法，往往僅適用於某特定地區或環境中。

本文的目的在探討本省主要土壤中有機態氮分佈狀況，保溫培養下礦物化氮釋放情形，氮有效指數的測定方法，以及溫室盆栽水稻對於氮的效應。由其彼此間之關係有助於了解本省土壤含氮狀況與其供應情形。

本文第一作者獲得國家科學委員會研究補助費，試驗經費并承農復會補助謹此誌謝。

本研究中所用土壤樣本之採集與分類承曾技正浴沂協助與鑑定，土壤中礦物化氮承王幼惠、陳卿英兩小姐協助測定，謹此深致謝忱。

1　試驗報告農試字第六二三號。

2　臺灣省農業試驗所技正、技術員。

試驗材料與方法

供試土壤係在全省各地農田選取表土樣本20種，足以代表本省主要土壤者。其土壤類別、母質及採樣地點如表 1 。而其理化性質如表 2 。

溫室盆栽試驗：上述 20種表土，經風乾篩別後，各稱5.0公斤於磁盆中，每種土壤的氮用量分爲 3 平準，即0,0.75 及1.50 gm $(NH_4)_2SO_4$/pot，重複一次，共計120盆，各盆并施用足量的磷鉀肥，加水予以充分攪勻，經一晝夜，土壤着實後，即行插秧，每盆 5 株，用臺中65號，收穫後測定谷與藁收量及其含氮量。

表 1　土類、母質及採樣地點

Table 1. Soil groups, parent materials, and Sampling sites

土號* Soil No.	土類 Soil group	母質 Parent material or carrier	採樣地點 Sampling sites
1(1)	紅棕壤	洪積層	桃園中壢上青埔段2727
2(2)	〃	〃	桃園觀音后湖段94之 2
3(3)	黃棕壤	〃	桃園龍潭四方林段152
4(4)	冲積土	紅棕壤	桃園中壢芝巴段21
5(18)	〃	黃棕壤	臺南六甲龜子港段129之9
6(9)	〃	北部砂頁岩	彰化和美鄉番子溝段田363
7(16)	〃	南部砂頁岩含 mudstone	臺南將軍鄉中甲135
8(25)	〃	〃	屏東恆春車城鄉新街圖298
9(11)	〃	粘板岩（新濁水溪冲積）	彰化永靖鄉同安宅段135
10(12)	〃	〃	彰化埤頭鄉周厝崙段319
11(20)	〃	粘板岩（剖面發育顯明）	屏東公館段畑472—1
12(21)	〃	〃　〃　〃	屏東大湖田段79—1
13(24)	〃	粘板岩（剖面發育不明）	屏東佳冬下埔頭段258
14(27)	〃	片岩	花蓮農業改良場田486
15(28)	〃	〃　〃　〃	臺東農業改良場旱作地
16(5)	〃	洪積層，砂頁岩，粘板岩混什	臺中清水社口段79—8
17(8)	〃	〃	臺中西屯段64
18(10)	鹽土	砂頁岩（大肚溪冲積受海水入侵）	彰化伸港什股段54
19(13)	冲積土	砂頁岩，粘板岩，（舊濁水溪）	彰化員林大饒段431
20(26)	湖成堆積土	砂頁岩	屏東恆春山脚程段225

* 括弧內號碼乃爲土壤樣本抵達實驗室時之登記號碼

* Figures in the bracket are the Laboratory registered numbers.

表2　供試土壤之一般性質

Table 2. Analysis of soils

Soil No.	pH	Texture	Mechanical analysis			Organic matter %	Total N %	C/N ratio	C.E.C. meq/100 gm
			Clay %	Silt %	Sand %				
1(1)	5.2	SiC	45.4	42.2	12.4	2.28	0.12	11.0	10.44
2(2)	5.0	SiC	43.4	48.2	8.4	2.91	0.16	10.6	10.56
3(3)	5.2	CL	37.4	40.2	27.4	2.74	0.13	12.2	14.07
4(4)	5.1	SCL	21.4	26.2	52.4	1.99	0.11	10.5	6.53
5(18)	6.3	CL	27.4	48.2	24.4	0.89	0.06	8.7	8.89
6(9)	5.9	SiCL	39.4	44.2	16.4	2.42	0.14	10.0	15.16
7(16)	7.5	SL	13.4	36.2	50.4	0.89	0.06	8.7	6.26
8(25)	5.8	CL	29.4	40.2	30.4	1.68	0.11	8.8	9.07
9(11)	7.5	SiCL	31.4	52.2	16.4	1.79	0.13	8.0	7.03
10(12)	6.2	SL	19.4	26.2	54.4	2.54	0.16	9.2	6.77
11(20)	7.2	L	17.4	50.2	32.4	2.32	0.14	9.6	7.46
12(21)	5.4	SiL	21.4	68.2	10.4	2.04	0.12	9.8	7.15
13(24)	6.9	SiCL	39.4	48.2	12.4	3.80	0.22	10.0	15.66
14(27)	7.6	SiL	21.4	64.2	14.4	1.01	0.05	11.8	3.60
15(28)	5.8	SiCL	27.4	64.2	8.4	1.43	0.10	8.3	6.34
16(5)	6.3	CL	33.4	43.2	24.4	2.58	0.16	9.4	11.31
17(8)	4.8	L	21.4	30.2	48.4	1.98	0.12	9.6	7.58
18(10)	7.8	SCL	21.4	26.2	52.4	1.77	0.10	10.0	8.95
19(13)	7.5	SiC	49.4	40.2	10.4	3.07	0.20	8.9	13.61
20(26)	7.6	SiC	47.4	48.2	4.4	2.39	0.14	9.9	17.02

室內分析：供試土壤作下列各項化驗：

1.土壤一般性質之測定（2）：(a) 機械分析用浮秤法 (Hydrometer method)， (b) pH 用玻璃電極法（土：水＝1：1）。 (c) 有機物用鉻酸氧化滴定法及 (d) 陽離子交換能量用醋酸銨法。

2.土壤有機態氮分佈狀況之測定（3）：(a) 全氮用Kjedahl's 法。(d) 有機態氮之分佈包括胺基酸態氮，Hexosamine 等參照 Bremner 法。

3.土壤中礦物化氮之釋放情形 (16) ：將 10gm 風乾土壤置於 100-ml 塑膠製的離心管中，用 0.01M $CaCl_2$ 液洗滌土壤兩次，每次用 25ml, ，將洗液移於 kjedahl 瓶中，加水至 150ml， 次加 2ml 的飽和NaOH 液，測定土壤中可蒸餾氮量 (distilable N) ， 剩於離心管中的土壤 ， 經添加 25ml 無氮培養液（該液含 0.002M $CaSO_4 2H_2O$, 0.002M $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 0.005M $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$,及 0.0025M K_2SO_4)後，置於 40°C 的溫箱中，經兩星期取出，用同法測定其可蒸餾氮，再予保溫培養，返復操作，測定6次，共計經過12星期。

4.土壤中氮有效指數之測定 (12) ：

(a) 原有銨態氮 (Initial NH^{+}_{4}-N) ：取 5.0gm 風乾土壤於 kjedahl 瓶中，加 25ml 的 2N KCl液，次加 0.15gm 不含炭酸鹽的 MgO ，用蒸汽蒸餾於硼酸一指示劑混合液中，用 0.005N H_2SO_4 滴定之。

(b) 潛水保溫培養法 (Waterlogged incubation method)：取5.0gm 的風乾土壤 (<2mm) 於 16×150mm 的試管中，添加水 12.5±1ml ，加塞，在 40°C 保溫 1 星期後，取出，全部用12.5±1ml 的 4N KCl 液分 3 次將試管中土壤洗於 150ml 的蒸餾瓶中，加 0.25±0.05gm 的重 MgO (不含炭酸)，經與Bremner 設計之 Steam distillation apparatus 聯接後，在 4 分鐘內蒸餾于 5ml 的硼酸一指示劑混合液中，用 0.005N H_2SO_4 滴定之。

(c) 沸水抽出法 (N extracted by boiling water)：稱10.0gm 的風乾土壤於 125-ml 的三角瓶中，加 60 ml 的水，附以 Liebig 氏冷却管，煮沸60分鐘後，過濾，取清淨濾液 2.0ml 於 kjedahl瓶中，加 2.0ml 的濃硫酸及 0.7gm 的 K_2SO_4：$CuSO_4$：Se (10：1：0.1w/w) 粉末，分解至無色為止，冷却，加 10ml 的 10N NaOH ，置於蒸汽蒸餾器或一般 Semi-micro-kjedahl's 的蒸餾裝置中蒸餾之 (該兩法蒸餾所得測定值之相關係數 r=0.95**) 均可 ，經收集於硼酸一指示劑中後 ，用 0.005 N H_2SO_4 滴定之。

(d) 沸水加 K_2SO_4 液抽出法 (N extracted by boiling water and K_2SO_4 Solution) ：用 5.0gm 的土壤，加 30ml 的水，同 (c) 法煮沸60分鐘後，冷却，加 20ml 的 10% (w/v) K_2SO_4 液，充分搖勻後，過濾，取濾液 20ml ，加 2.0ml 的濃硫酸，但不加 K_2SO_4：$CuSO_4$：Se 催化劑，分解後，同 (c) 法蒸餾之。本法煮沸後加K_2SO_4 液的目的在使過濾迅速，濾液清澄，適於經常分析之用。

(e) 冷稀硫酸液抽出法 (N extracted by cold, dilute Sulfuric acid)：取 10gm 土壤於 250-ml 廣口瓶中，加 100ml 的 0.5 N H_2SO_4 液，加塞後，置於搖動機上，在室溫下搖動 1 小時，過濾，取濾液 20ml 於 Kjedahl 瓶中，然後照 (d) 法分解，蒸餾測定之。

(f) 冷稀氫氧化鋇液抽出法 (N extracted by cold, dilute barium hydroxide solution)：稱10gm 風乾土壤於 250-ml 的廣口瓶中，加 100ml 的 0.1N Ba $(OH)_2$ 液後，加塞，在室溫下，搖動30分鐘，過濾，取濾液 20ml 於 Kjedahl 瓶中，照 (c) 法分解，蒸餾測定之。

(g) 鹼性過錳酸鉀液抽取法 (N released by distilled with alkaline $KMnO_4$) ：取 5.0gm 土壤於 250-ml 的圓底蒸餾瓶中，加 25ml 的 0.32% $KMnO_4$ 及 25ml 的 2.5% NaOH液，1滴的礦物油及 5ml 的水，經與冷却器連結後，以每分鐘 1ml 的速率，予以蒸餾15分鐘，經收集於硼酸一指示劑混合液後，用 0.05N H_2SO_4滴定之。

(h) 氫氧化鈉處理擴散法 (NH_3-N released by micro-diffusion with N NaOH) ：稱 2.0gm 的土壤及 5ml的 N NaOH 液，置於扁平皿 (相當於Conway unit) 的外圍，而將一小杯盛有 1ml 的硼酸一指示劑混合液置於扁平皿的中央，蓋上另一半扁平皿，邊緣用塑膠帶粘着，徐徐搖動，使土壤與 NaOH 液充分混勻後，置於 28°C 的溫箱中，經42小時後取出，解開塑膠帶，小杯含有硼酸一指示劑混合液所收集的 NH_3-N ，用 0.005 N H_2SO_4滴定之。

試驗結果與討論

土壤中氮分佈狀況與其性質之關係： 表3.示個別土壤間氮的分佈變異甚大，不易從土類中窺知其梗概，此可能因本試驗所選用的土壤均屬表土，受長期不同管理的影響而將土類間差異予以遮蓋。Keeney 與 Bremner (10) 亦認為耕種可影響土壤氮的分佈。但從平均數而言，非水解性氮 (non-hydrolyzable N) 約佔全氮量的24.4%，鹽酸處理後所生成水解性總氮量為75.6% ， 銨態氮佔25% ，(乃指鹽酸水解液中所含部分Amid 態氮，非交換性氮及非蛋白質態氮) ， Hexosamine-N 則佔 4.8%，胺基酸態氮為 35.7%，其他未知其形態者則為 10.5%，此與 Stevenson (21) 研究各類土壤

中氮的分佈情形甚相吻合。

表2.示供試土壤性質之變異甚大，土壤反應由 pH 4.8-7.8 ，質地由砂質壤土以至坋砂質粘土，有機物由0.89%－3.8%，全氮由0.05%－0.22%，陽離子交換能量由 3.8-17.02 meq/100gm Soil，由此顯示所選用的土壤足以代表本省大多數的土壤。上述各項性質與土壤各形態氮之相關係數經計算結果如表 4 。其中 pH ，砂及 C/N 比與土壤各形態氮之關係均不明顯，其中僅 pH 與未知態氮間有顯著的負相關，但其原因，仍待查考。而土壤各形態氮與粘土含量、有機物、全氮或陽離子交換能量多有極顯著的正相關，但與坋砂則為負相關，其中尤以坋砂與胺基酸態氮間曾達到極顯著的負

表 3 鹽酸水解後土壤中氮之分佈情形

Table 3. Nitrogen distribution of soils after hydrolysis

Soil No-+	Non-hydro-lyzable N	Hydrolyzable N					
		Total	Ammonium	Hexosamine*	Amino acid	Hydroxy amino acid	Unidenti-fied**
		% of total soil N***					
1(1)	11.3(136)	88.7(1064)	19.3(232)	10.1(121)	39.7(476)	9.0(108)	19.6(235)
2(2)	22.6(361)	77.4(1239)	20.6(330)	5.1(81)	36.4(581)	7.8(124)	15.4(247)
3(3)	16.1(209)	83.9(1091)	25.1(326)	7.5(97)	35.2(457)	8.7(113)	16.2(211)
4(4)	13.9(153)	86.1(947)	22.2(244)	6.6(72)	39.2(431)	8.0(88)	18.2(200)
5(18)	13.0(78)	87.0(522)	42.2(532)	5.2(31)	33.7(202)	6.2(37)	6.0(36)
6(9)	21.6(302)	78.4(1098)	24.5(343)	3.1(44)	39.1(547)	7.4(104)	14.3(200)
7(16)	13.7(82)	86.3(518)	30.8(185)	5.3(32)	36.8(221)	6.0(36)	13.3(80)
8(25)	30.3(333)	69.7(767)	28.5(313)	3.8(42)	34.9(384)	5.0(55)	2.6(28)
9(11)	40.2(523)	59.8(777)	22.9(297)	2.8(36)	24.7(321)	4.8(62)	9.5(123)
10(12)	36.6(586)	63.4(1014)	20.1(321)	5.4(86)	36.0(576)	6.2(99)	1.9(31)
11(20)	29.0(406)	71.0(994)	22.8(319)	3.2(45)	33.1(463)	6.9(96)	11.9(167)
12(21)	22.1(265)	77.9(935)	28.8(346)	2.4(29)	35.0(420)	6.3(76)	11.7(140)
13(24)	23.8(523)	76.2(1677)	24.3(534)	4.1(89)	40.2(884)	7.4(162)	7.7(170)
14(27)	23.0(115)	77.0(385)	28.4(142)	1.2(6)	40.6(203)	7.6(38)	6.8(34)
15(28)	40.4(404)	59.6(596)	19.2(192)	4.3(43)	26.6(266)	5.3(53)	9.5(95)
16(5)	27.1(434)	72.9(1166)	21.6(346)	4.5(72)	35.6(569)	7.6(121)	11.2(179)
17(8)	26.9(323)	73.1(877)	22.2(266)	4.3(52)	35.6(427)	6.4(77)	11.0(132)
18(10)	12.6(126)	87.4(874)	28.2(282)	3.9(39)	45.0(450)	7.9(79)	10.3(103)
19(13)	36.9(738)	63.1(1262)	13.4(268)	9.8(196)	32.5(650)	5.9(118)	7.4(148)
20(26)	26.7(374)	73.3(1026)	30.5(427)	3.0(42)	34.6(485)	6.8(95)	5.1(72)
Mean	24.4(324)	75.6(942)	24.8(298)	4.8(63)	35.7(451)	6.9(87)	10.5(132)

*The hexosamine values reported in the Table are not corrected for decomposition of hexosamine during acid hydrolysis. The appropriate correction factor as calculated by Sowden's extrapolation technique is 1.4

**Unidentified N－Total hydrolyzable N－(ammonium＋hexosamine＋amino acid)-N.

*** Figures in ( ) are amounts of N in various fractions expressed as ppm of soil.

＋See footnote under Total 1.

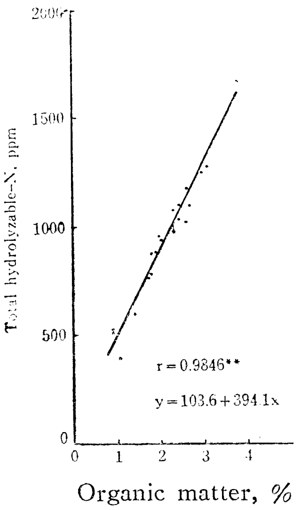
相關，此可能因坋砂粒徑較粗，通氣易，胺基酸態氮分解較速所致。由於有機物及全氮與土壤中水解性氮及胺基酸態氮有極密切的關係，更計算其迴歸方程式示於圖1。其中值得注意者爲在後節論述中可知水解性氮或胺基酸態氮與水稻氮吸收量均有顯著的相關，因此在若干地區或特定環境之下，可以有機物或全氮以反映土壤氮素的供應情形。

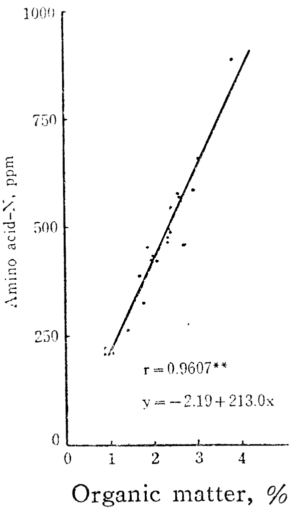
表4　土壤性質與各形態氮間之相關係數

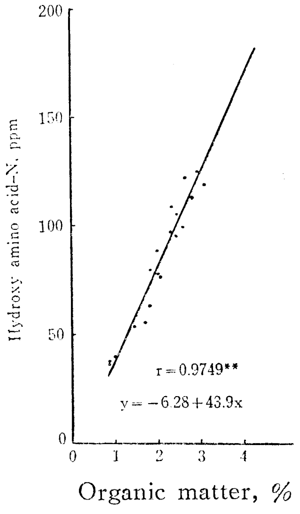
Table 4. Correlation coefficients for relations between some soil properties and various forms of soil nitrogen

Soil Properties	Forms of soil nitrogen						
	Non-hydrolyzable N	Hydrolyzable N					
		Total	Ammonium	Hexosamine	amino acid	Hydroxy amino acid	Unidentified
pH	0.1722	0.1614	0.0137	− 0.1332	− 0.0745	− 0.1775	− 0.4602*
Clay	0.3721	0.6010*	0.4260	0.6079*	0.5282*	0.6033**	0.4452
Silt	0.0274	− 0.2020	− 0.0166	− 0.5322*	− 0.7951**	− 0.1940	− 0.0658
Sand	− 0.2538	− 0.2361	− 0.2567	− 0.1553	− 0.1948	− 0.2425	− 0.2340
Organic matter	0.6363**	0.9846**	− 0.7619**	0.6671**	0.9607**	0.9749**	0.5974*
Total nitrogen	0.8104**	0.9396**	0.7490**	0.6695**	0.9401**	0.9011**	0.4663*
C/N ratio	− 0.4088	0.2105	0.0255	0.1026	0.1612	0.3271	0.4297
C. E. C.	0.3123	0.7252**	0.7231**	0.4534*	0.6702**	0.6975**	0.3835

* Significant at 5%, **significant at 1%.







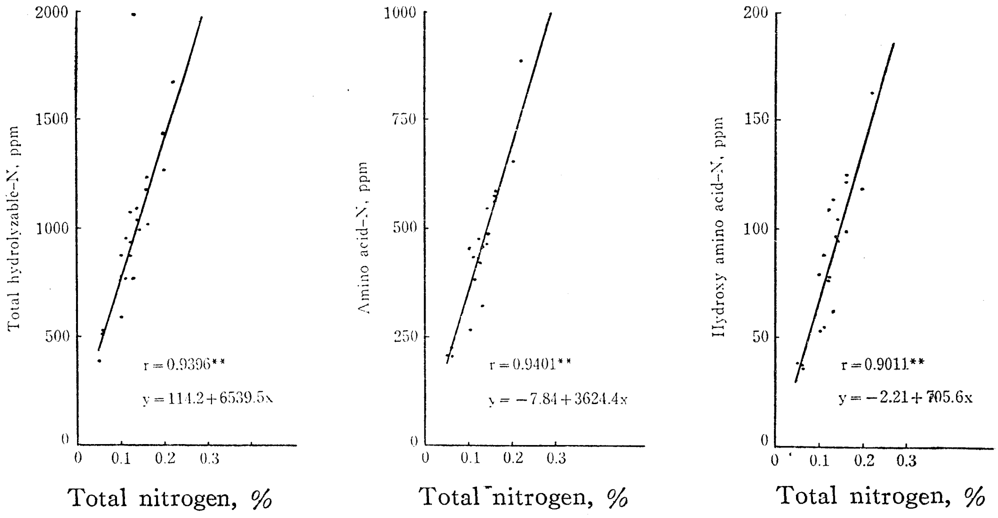


圖1.土壤有機物及全氮量與水解性總氮量及胺基酸態氮之關係

Fig. 1. Regression lines showing relation of N values obtained after acid hydrolysis to total nitrogen and organic matter content of soils

土壤中各形態氮與潛水保溫培養所產生礦物化氮之關係：表 5 示在潛水 40°C 保溫、培養下，每隔兩星期所產生的礦物化氮與非水解性氮，以及酸水解後所產生的銨態氮及 Hexosamine-N 多無顯明的關係，但與水解性氮，胺基酸態氮及未知態氮則多有顯著相關，若就顯著的相關係數出現次數及其高低而言，在潛水保溫培養下，所釋出的氮與土壤中各形態氮之强弱關係順序如下：

Unidentified N>hydrolyzable-N>amino acid N>Hexosamine-N>ammonium> non-hydrolyzable-N

表 5 土壤中各形態氮與潛水保温培養所產生礦物化氮之關係

Table 5. Correlation coefficients for relations between organic forms of nitrogen initially present in the soils and those mineralized at indicated periods of waterlogged incubation

Forms of soil N	N mineralized at indicated periods of waterlogged incubation					
	0—2wk	2—4wk	4—6wk	6—8wk	8 —10wk	10—12wk
Non-hydrolyzable N	0.1286	− 0.0041	− 0.0179	0.0576	− 0.1076	− 0.3861
Total hydrolyzble N	0.6028**	0.0664	0.7352**	0.5407*	0.4480	− 0.0287
Hydrolyzable ammonium N	0.2679	0.3974	0.5455*	0.3807	0.1355	− 0.0347
Hexosamine N	0.4796*	0.4478	0.3068	0.2562	0.4457	− 0.0872
Amino acid N	0.5766*	0.5868*	0.6339*	0.4136	0.4097	− 0.0532
Unidentified N	0.6322**	0.7755**	0.9053**	0.8321**	0.6041**	0.1567

* and ** refer to significant at 5% and 1%, respectively.

據 Keeney Bremner (11) 研究在長期通氣保溫培養前後，土壤中各形態氮的變異情形， 認爲土壤中除非交換性氮 (non-exchangeable N) 有增加外，其他形態的氮經培養後均減少，其損失大小順序爲 (以全損失量作物100) ：

Total hydrolyzable-N (76%)>amino acid-N (40%) >Unidentified-N (25%) >nonhydrolyzable-N (24%) >Ammonium (11.9%) >Hexosamine-N (8.3%)

雖然Keeney 與 Bremner 係在通氣之下情形，而本試驗係在潛水之下，兩者結果略有出入，但其中值得注意者爲勿論潛水或通氣保溫培養所產生的礦物化氮多與Unidentified-N, hydrolyzable-N 及 Amino acid-N之關係較爲密切，由於 Unidentified N 在礦物化氮中佔有相當的份量，利用化學抽出劑以測定土壤氮有效指數將更趨於複雜。

土壤中各形態氮及潛水保溫培養所產生礦物化氮與溫室水稻氮吸收量及稻谷收量之關係：表 6 示水稻氮吸收量與土壤經鹽酸分解後所產生水解性總氮量，胺基酸態氮及未知態氮均有密切的關係，但稻谷收量百分率則僅與胺基酸態氮有顯著的相關。

表 6　土壤中各形態氮與水稻氮吸收量及稻谷收量百分率之關係

Table 6. Correlation coefficients for relations of various forms of soil N to N uptake and per cent yield of rice under greenhouse condition

Rice	Various forms of soil nitrogen						
	Non-hydro-lyzable N	Hydrolyzable N					
		Total	Ammonium	Hexosamine	Amino acid	Hydroxy amino acid	Uniden-tified
N-uptake (grain+straw) +%	0.0925	0.6121**	0.4156	0.2696	0.5741*	0.6090**	0.6089**
Yield of grain N_0/N_2 x 100	− 0.2630	0.2630	− 0.1908	0.1197	0.4498*	0.3946	0.2658

+From no N pot.　　*and ** refer to signifcant at 5% and 1%, respectivly.

表 7 示水稻氮吸收量及稻谷收量百分率與潛水保溫培養下，每隔兩星期所產生的礦物化氮之相關係數均較表 6 其與土壤中各形態氮者爲高，此可能因爲在潛水保溫培養下所產生的礦物化氮包含水解性氮，胺基酸態氮及未知態氮在內，因而提高其相關係數。又從累積礦物化氮與水稻氮吸收量之關係

表 7　潛水保温培養所產生礦物化氮與水稻氮吸收量及稻谷收量百分率之關係

Table 7. Correlation coefficients for relations of N mineralized after intermittently two-week waterlogged incubation to N-uptake and per cent yield of rice under greenhouse condition

Rice	N mineralized after intermittently two-week incubation					
	0—2wk	2—4wk	4—6wk	6—8wk	8—10wk	10—12wk
N-uptake from no N pot (grain+straw)	0.8505**	0.9495**	0.8395**	0.6644**	0.8243**	0.4605*
% grain yield (N_0/N_2 x 100	0.7598**	0.7152**	0.5552*	0.8041**	0.6544**	0.3577

Cumulative N mineralized at indicated period of incubation

	0—2wk	0—4wk	0—6wk	0—8wk	0—10wk	0—12wk
N-uptake from no N pot (gain+straw)	0.8505**	0.8795**	0.8859**	0.8816**	0.8833**	0.8872**
% grain yield (N_0/N_2 x 100)	0.7598**	0.7479**	0.7328**	0.7098**	0.9108**	0.7159**

* and ** refer to significant at 5% and 1%, respectively.

而言，其相關係數有隨培養週數提高的趨勢，但以0-6wk爲最高，過後，趨於平穩，但稻谷收量百分率則僅與 0-2wk 所產生的礦物化氮之相關係數最高，過後有徐徐減少的趨向。但其相關係數仍達極顯著平準。其中值得注意者爲保溫培養所產生的礦物化氮與無氮區水稻氮吸收量的相關係數均高於其與稻谷收量百分率者。據 Legg 與 Stanford (13) 利用N^{15}探討作物對於土壤中N及肥料中N之利用時，認爲施用氮肥之後，可增加土壤礦物化氮的釋出，或減少根圍週際微生物(Rhizosphere microa-rganisms) 對於氮的固定作用 (immobilization)，可能因施用氮肥之後，根中有機質之C/N 比將降低所致，但 Broadbent氏 (4) 認爲施用氮肥確可增加土壤中氮之釋放，但其原因並非完全由於根際微生物的影響，仍待查考， Shiza (15) 報告亦認爲稻田施用氮肥後，在初期確可增加土壤中氮之釋放，由此顯示土壤施用氮肥之後，土壤氮礦物化的型式 (N mineratlizaion pattern) 將受到干擾，稻谷收量百分率乃從無氮區與施氮區之比 ($N_0/N_2\times100$) 求得之，而水稻氮吸收量乃從無氮區直接求得之，因此後者與保溫培養所產生的礦物化氮之相關係數往往較前者爲高。

表 8 土壤氮礦物化能量與速率之估計

Table 8. Estimation of N mineralization potential and N mineralization rate

Soil No.	N mineralization potential, ppm: Based on 0-12 wk incubation and derived from $1/N_t$ vs 1/t	Based on 0-12 wk incubation and derived from log (N_0-N_t) vs t	N mineralization for indicated periods of incubation, ppm N/$\sqrt{t}$: 0—2 wk	0—4 wk	0—6 wk	0—8 wk	0—10 wk	0—12 wk
1 (1)	320.8	280	86.6	88.9	83.8	82.3	78.6	74.1
2 (2)	391.7	340	—122.8	—124.4	—114.5	—106.1	— 99.9	— 93.5
3 (3)	297.7	240	53.0	61.2	62.9	64.2	61.8	56.4
4 (4)	261.9	240	86.6	84.9	79.0	74.0	68.7	62.7
5 (18)	104.4	104.4	16.8	17.8	17.8	18.2	18.8	19.4
6 (9)	280.2	240	61.4	67.1	66.1	51.7	48.7	45.8
7 (16)	162.2	140	41.9	45.5	42.0	39.1	37.5	36.5
8 (25)	220	180	55.8	61.2	56.4	54.4	52.2	49.0
9 (11)	185.7	150	53.0	49.4	46.7	44.7	42.5	38.8
10 (12)	145.2	140	61.4	53.4	46.8	43.3	41.2	38.2
11 (20)	115.6	140	23.3	23.7	25.8	27.9	25.0	22.8
12 (21)	137.7	90	27.9	27.7	27.4	28.0	26.2	25.1

13(24)	257.9	210	72.6	73.1	71.0	67.1	63.7	59.3
14(27)	—	—	—	—	—	—	—	—
15(28)	329.2	230	5.6	7.9	9.7	11.2	12.5	11.4
16(5)	276.3	210	64.1	67.1	67.7	67.0	63.7	59.3
17(8)	227.8	210	78.1	71.1	66.1	62.8	59.9	55.9
18(10)	185.7	170	64.2	59.3	54.8	51.7	48.7	45.8
19(13)	156.8	145.0	58.6	55.3	48.4	44.7	42.5	36.5
20(26)	157.2	110	27.9	35.6	35.5	33.5	32.5	30.2

土壤氮礦物化能量（N mineralization potential）與速率之估計： 圖2示供試土壤在潛水保溫培養之下，每隔兩星期所產生的礦物化氮累積量與培養時間（星期數）平方根的關係屬於直線型。此與Stanford 與 Smith（20）在通氣情形之下，所得結果相同。利用圖2.資料計算礦物化速率即以礦物化氮累積量除以培養週數的平方根求得之，如表8。其中顯示大多數土壤的N礦物化速率多隨培養週數而降低，少數土壤如土號5、11及12，其氮礦物化速率在培養期中幾乎不變而土號15則有逐漸增加的趨向，此外，多數土壤氮礦物化速率在 0-2wk 較 0-4wk 爲低，此可能因微生物活動停滯所致，或因初期有低氮有機物分解，所產生礦物化氮爲微生物所同化。

更利用圖2. 資料估計土壤氮素礦物化能量，首先乃以 $1/N_t=1/N_0+b/t$ 公式求之，式中 N_t ＝培養期間生成礦物化氮之累積量ppm，t＝ 週數或星期， b＝坡度， N_0＝ 可礦物化氮能量 （N mineralization potential），其 $1/N_t$ 與 $1/t$ 之相關係數在0.99者有12個土壤，在0.98—0.95者有5個土壤，在0.93—0.90者僅有二個土壤，求得各土壤之氮礦物化能量如表8.中第二行。

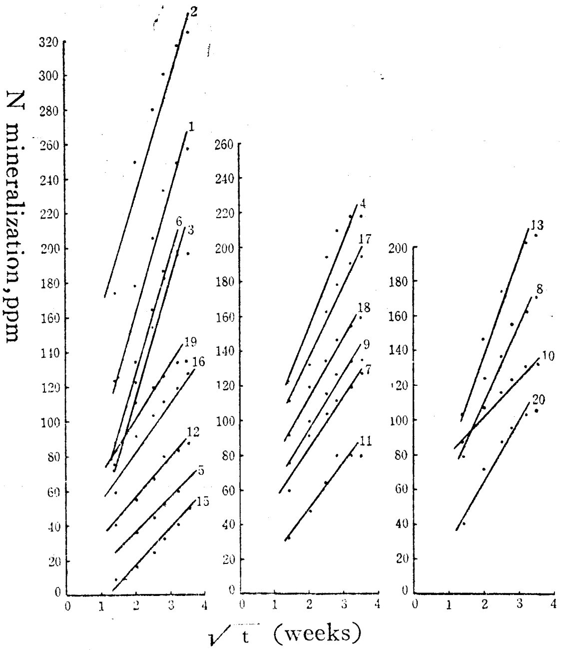


圖2. 礦物化氮累積量與培養時間平方根的關係
Fig. 2. Cumulative N mineralization (ppm) in relation to the square root of time (times1/2)
Figure for each line indicates the soil No.

又假設土壤氮礦物化速率與土壤中可礦物化氮量有關，則$dN/dt=-kN$，積分後爲 $\log(N_o-N_t)=\log N_o-k/2.303\ (t)$ 。然後求 $\log(N_o-N_t)$與 t 之相關係數，最初，N_o乃利用表8第二行中所求得者，然後增減N_o值，務使 $\log(N_o-N_t)$ 與 t 之相關係數達到最高時，即爲所求得之N_0。結果示於表8第三行。其 $\log(N_o-N_t)$ 與t之相關係數均在0.99以上。表中示各土壤間氮礦物化能量之差異甚大，高者可達300 ppm以上，低者不及100 ppm 其中值得注意者爲在桃園一帶選取之黃棕壤及紅棕壤（土號1、2、3）其氮礦物化能量均相當的高，而在彰化、屏東一帶選取之粘板岩冲積土（土號9、10、11及12）反而較低。此與北部稻田需氮較低，而中南部稻田需氮較高頗爲符合。

表9.示估計之氮礦物化能量與礦物化速率對於水稻氮吸收量及稻谷收量百分率之關係。其中用$\log(N_o-N_t)$ 對 t 所估計之氮礦物化能量(N_o)較以 $1/N_t$ 對t估計者爲優。蓋前者與水稻氮吸收量及稻谷收量百分率之相關係數均較後者爲高。

Ponnamperuma (The chemistry of submerged soils, Advances in Agronomy vol 24, 1972) 亦認爲稻田的氮釋放情形可以前述公式 $\log(N_o-N_t)=\log N_o-k/2.303\ (t)$ 表示之。

表9. 估計之土壤氮礦物化能量及礦物化速率與水稻氮吸收量及稻谷收量百分率之關係

Table 9. Correlation coefficients for relations of N mineralization potentials as well as N mineralization rates to N-uptake and per cent yield of rice under greenhouse condition

Rice	N mineralization potentia		N mineralization rates as dipicted by the slope for regression of N, ppm N/$\sqrt{t}$					
	Based on 0-12 week incubation & derived from 1/Nt vs 1/t	Based on 0-12 week incubation and derived from log(No-Nt) vs t	0—2wk	0—4wk	0—6wk	C—8wk	0—10wk	0—12wk
N-uptake from no N pot	0.7418**	0.7893**	0.8342**	0.8682**	0.8769**	0.8 467**	0.8456**	0.8500**
% grain yield (N_0/N_2 x 100)	0.5231*	0.5963*	0.7386**	0.7285**	0.7133**	0.6943	0.6940**	0.7036**

水稻氮吸收量及稻谷收量百分率與土壤氮礦物化速率所得之相關係數，均高於其與氮礦物化能量所得者，換言之，水稻氮吸收量及稻谷收量受土壤中氮礦物化速率的影響較礦物化能量爲大。因此，今後應加强對於土壤中氮釋放型式 (pattern) 之研究。

各法所得氮有效指數與兩星期潛水保溫培養所產生礦物化氮之比較：由上數節可知在潛水保溫培養所產生礦物化氮最能表現土壤氮素的供應情形，但培養時間需要兩星期，在土壤速測立場，及本省多作制度之下，誠嫌過長，因此是否可以縮短培養時間，或用其他化學方法，確有加以比較的必要。

表10. 潛水保温(40°C)培養兩星期所產生礦物化氮與其他方法所得氮有效指數之關係

Table 10. Correlation coefficients for relations of soil N values from 2-week waterlogged incubation to those from 1-week incubation and to those from other chemic al assays

	1-week water-logged incubation	Initial NH_4^+−N+ 1-week incubation	Boiling H_2O extracting method	Boiling $H_2O+K_2SO_4$ extracting method	Cold 0.1 N $Ba(OH)_2$ extracting method	Cold 0.5 N H_2SO_4 extracting method	Alkaline $KMnO_4$ method	Micro-diffusion with N NaOH method
2-week water-logged incubation	0.8389**	0.8515**	0.1883	0.0805	0.4487	0.2897	0.3813	0.6040**

* and ** refer to significance at 5% and 1%, respectively.

表10.示兩星期潛水保溫（40°C）培養所產生礦物（40°C）化氮與培養一星期者之相關係數，達到極顯著平準。因在潛水40°C保溫培養之下，氮礦物化作用較爲迅速，培養時間可予縮短 。其他六種化學速測法中，以微量擴散法所得相關係數最高，且達顯著平準，其次爲氫氧化鋇液抽出法，其相關係數接近顯著平準。其他如沸水抽出法，稀硫酸液抽出法以及鹼性過錳酸鉀法所得相關係數均低，不足採用。

各法所得氮有效指數與水稻氮吸收量及稻谷收量百分率之關係：表11—12示各法所得氮有效指數中，以一星期潛水保溫（40°C）培養法，及同法再加土壤原有NH^+_4-N 所得之氮有效指數與水稻氮

表11. 在溫室情形之下，水稻氮吸收量與各法所得氮有效指數之關係

Table 11. Relationships between N-uptake by rice plant from no N pot and N availability index from various laboratory methods under greenhouse condition

N-uptake from no N pot	Initial NH_4^+-N N	water logged incubation N	Initial +incubation N	Boiling water extracted N	Boiling water+ K_2SO_4 extracted N	Cold 0.5 N H_2SO_4 extracted N	0.32% KMno$_4$ +2.5% NaOH extracted N	Cold 0.1 N $Ba(OH)_2$ extracted N	Diffusion with 0.1N NaOH N
Grain	0.39	0.86**	0.88**	0.11	0.08	0.27	0.44	0.54*	0.68**
Straw	0.39	0.89**	0.90**	0.08	0.08	0.23	0.38	0.51*	0.62**
Grain straw	0.40	0.88**	0.90**	0.28	0.08	0.25	0.41	0.52*	0.65**

* and ** refer to significance at 5% and 1 %, respectively.

表12. 在溫室情形之下，稻谷收量百分率與各法所得氮有效指數之關係

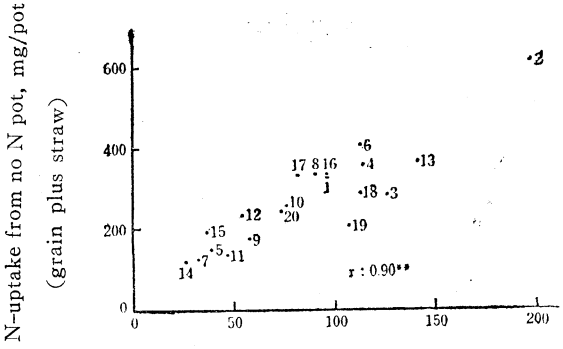
Table 12. Relationships between percent yield of grain and N availability index from various laboratory methods under greenhouse condition

Per cent yield of rice+	Initial NH_4^+-N N	Water logged incubation N	Initial +incubation N	Boiling water extracted N	Boiling water+ K_2SO_4 extracted N	Cold 0.5 N H_2SO_4 extracted N	0.32% Kmno$_4$ +2.5% NaOH extracted N	Cold 0.1 N $Ba(OH)_2$ extracted N	Diffusion with 0.1N NaOH N
Crain									
N_0/N_1x100	0.33	0.67**	0.70**	0.18	− 0.01	0.13	0.21	0.27	0.41
N_0/N_2x100	0.26	0.64	0.77**	0.07	− 0.12	0.09	0.24	0.24	0.45*
Straw									
N_0/N_1x100	0.07	0.86**	0.75**	0.07	− 0.18	− 0.07	0.16	0.19	0.41
N_0/N_2x100	0.16	0.86**	0.78**	0.14	− 0.18	− 0.02	0.23	0.24	0.46*

+N_0, N_1, and N_2 refer to the rate of N added at 0, 0.75 and 1.5 gm $(NH_4)_2SO_4$/pot, respectively.

* amd ** refer to the significance at 5% and 1%, respectively.

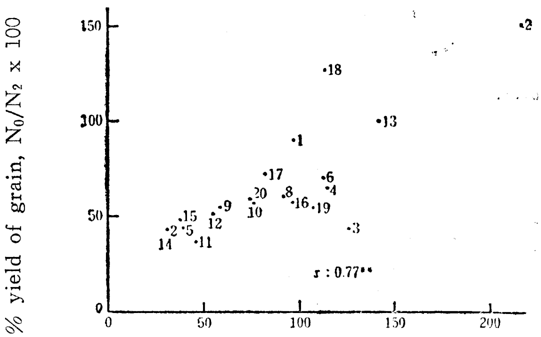
吸收量及稻谷收量百分率之相關係數最高，且達極顯著平準。其中值得注意者爲土壤原有 NH_4-N 加培養法所得氮值有提高相關係數的趨向，此與 Ozus 與 Hanway (14) 認爲生長初期作物氮吸收量與土壤中原有氮有密切的關係，而後期則與通氣或不通氣培養所產生的礦物化氮有關。Spencer (17) 等在田間試驗四種灌溉作物之氮吸收量與土壤氮有效指數時，亦認爲玉米之氮吸收量與土壤原有NO_3^--N再加兩星期通氣保溫培養所產生的 No_3^--N之關係較爲密切。化學方法中，仍以微量擴散



N obtained from waterlogged incubation at40°C for 6 days plus initial N, ppm

Fig. 3. Relationship of soil N obtained from waterlogged incubation to N uptake of rice plant from no N plot

圖3. 無氮區水稻氮吸收量與潛水保溫培養所得氮有效指數之關係



N obtained from waterlogged incubation at40°C for 6 days plus initial N, ppm

Fig. 4. Relationship of soil N values obtained from waterlogged incubation to per cent yield of rice (grain)

圖4. 稻谷收量百分率 ($No/N_2 \times 100$) 與潛水保溫培養所得氮有效指數之關係

法與氫氧化鋇液抽出法所得氮有效指數與水稻氮吸收量獲得顯著相關，但與稻谷收量百分率則僅微量擴散法獲有顯著相關。由此顯示各法所得氮有效指數，凡與培養法所得氮有效指數有顯著相關者，與水稻氮吸收量或稻谷收量百分率亦多有顯明關係。

一星期潛水保溫培養法所得氮有效指數與水稻氮吸收量及稻谷收量百分率的關係，更示於圖3.及4.中，從無氮區水稻氮吸收量之高低，顯示潛水保溫培養法所得氮值確可反映在一定環境之下，土壤

中氮素的供應情形。從圖4.無氮區與施氮區所得稻谷收量百分率而言，其相關亦相當顯明，但較水稻氮吸收量者略遜，其原因可能如前所述，施用氮肥之後，擾亂土壤氮釋放之型式，而減低其相關性。圖4.中土號18乃屬鹽土，施氮區收量遠不如無氮區，因此稻谷收量百分率特高，若將此問題土壤劈開，當可提高其相關性。

總之，在一定環境之下，潛水保溫培養一星期所得氮有效指數，除特殊土壤外，確可反映土壤氮素的供應情形。今後應加强研究在不同環境之下，土壤中氮之釋放型式，藉以增進稻田氮素肥力之瞭解。

結論與摘要

從全省各地農田選取代表性表土樣本20種，以探討本省主要土壤中有機態氮之分佈狀況，潛水保溫培養下礦物化氮之釋放情形及氮有效指數之測定法，所得結果幷以溫室盆栽水稻校正之。藉以瞭解本省土壤含氮狀況與供應情形。茲將所得結果摘要如下：

1.本省主要農田土壤，經熱鹽酸處理後，所得有機態氮之分佈（以全氮作100計算）如下：(a) 非水解性氮（non-hydrolyzable-N）爲24.4%，(b) 水解性氮（Total hydrolyzable-N）爲75.6%，(3)胺基酸態氮爲35.7%，銨態氮包括Amid態及非蛋白質態氮爲25%，Hexosamine-N爲4.8%，其他未知態氮爲10.5%。此等有機態氮之分佈與土類間之關係不明顯，但與土壤若干性質則有顯明關係，如粘土含量、有機物、全氮及陽離交換能量等，其中尤以有機物及全氮與土壤水解性總氮量及胺基酸態氮之相關係數均在0.9以上。

2.潛水保溫培養兩星期所產生的礦物化氮與土壤中未知態氮，水解性總氮量及胺基酸態氮均有密切的關係，水稻氮吸收量亦與上述三形態氮間有顯著的關係。由此顯示，在一定環境之下，保溫培養法所得礦物化氮確可反映土壤氮素供應情形。

3.潛水保溫培養所產生礦物化氮的累積量與培養時間（星期）的平方根成直線型的關係。由此顯示在潛水之下，土壤中銨態氮的釋放可以 $\log(N_o - N_t) = \log N_o - k/2.303$ (k) 公式表示之，式中 N_o=氮礦物化能量，N_t=培養期間生成礦物化氮的累積量ppm，t=培養時間，k=常數，視個別土壤而定。由此公式所求得的氮礦物化能量（N mineralization potential）與水稻氮吸收量有顯著的關係。

4. 各法所得氮有效指數與潛水保溫培養兩星期所產生礦物化氮之相關係數中，以潛水保溫培養一星期者最高，其次爲微量擴散法，其他方法之相關係數均未達顯著平準。由此顯示潛水保溫培養時間可縮短爲一星期。

5.各法所得氮有效指數與稻谷收量百分率及水稻氮吸收量之相關係數中，仍以一星期潛水保溫培養法及同法再加土壤中原有 NH_4-N 者最高，且達極顯著平準，其次則爲微量擴散法，所得相關係數雖然亦達到顯著平準，但遠低於潛水保溫培養法。

綜上而言，在一定環境之下，潛水保溫培養法所得氮有效指數確可反映土壤氮素的供應情形，此法簡易精確，可供今後加强研究在各種環境下，土壤中礦物化氮之釋放情形，藉以增進稻田氮素肥力之瞭解。

Literature Cited

1. Allison, F. E., and Sterling, L. D. 1949. Nitrate formation from soil organic matter in relation to total nitrogen and cropping practices. Soil Sci. 67 : 239-252.
2. Black, C. A. (ed.) 1965. Methods of soil analysis, part 2. Agronomy 9.
3. Bremner, J. M. 1965. Organic forms of nitrogen. In C. A. Black (ed.) Methods of soil analysis, Part 2, Agronomy 9 : 1238-1255.
4. Broadbent, F. E. 1965. Effect of fertilizer nitrogen on the release of soil nitrogen. Soil Sci. Soc. Amer. proc. 29 : 926-696.
5. Cornfield, A. H. 1960. Ammonia released on treating soils with N sodium hydroxide as possible mans of predicting the nitrogen-supplying power of soil. Nature 187 : 260-261.
6. Fitts, J. W., Bartholomew, W. V. and Heidel, H. 1953. Correlation between nitrifiable nitrogen and yield respose of corn to N fertilization as a basis for making N fertilizer recommendation for corn in Iowa. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 17 : 119-112.
7. Gallagher, P. A., and Bartholomew, W. V. 1964. Comparison of nitrate production and other procedures in detenmining nitrogen availability in the Southeastern coastal plain soils. Agron. Jour. 56 : 179-183.
8. Hanway, J., and Dumenil, L. 1955. predicting nitrogen fertilizer need of Iowa soils III Use of nitrate production together with other information as a basis for making N fertilizer recommendation for corn in Iowa. Soil Sci. Soc. Amer. proc. 19 : 77-80.
9. Jenkinson, D. S. 1968. Chemical tests for potentially available nitrogen in soil. Jour. Sci. Food. Agric. 19 : 160-168.
10. Keeney, D. R., and Bremner, J. M. 1964. Effect of cultivation on the nitrogen distribu tion in soils. Soil Sci. Soc.Amer. proc. 28 : 653-656.
11. ______________________ 1966. Characterization of mineralizable nitrogen in soils. Soil.Sci. Soc. Amer. proc. 30 : 714-719.
12. ______________________ 1966. Comparison and evaluation of laboratory methods of obtaining an indxe of soil nitrogen availability. Agron. Jour. 58 : 498-503.
13. Legg, J. O., and Stanford, G. 1967. Utilization of soil and fertilizer N by plants in relation to the available N status of soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 31 : 215-219.
14. Ozus, T., and Hanway, J. J. 1966. Comparisons of laboratory and greenhouse tests for N and P availability in soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 30 : 224-228.
15. Shiga Hitoichi, 1973. Nitrogen transformation in paddy fields under different environments in Japan. memeograph. International Rice Research Conference April 23-27, 1973.
16. Smith, S. J., and Stanford, G. 1971. Evaluation of a chemical index of soil nitrogen availability. Soil Sci. 111 : 228-232.
17. Spencer, N. F., Mackenzie, A. J. and Viets, F. G. Jr. 1966. The relationship between soil tests for available nitrogen and nitrogen uptake by various irrigated crops in the Western states. Soil Sci. Soc. Amer. proc. 30 : 480-485.
18. Stanford, G., Ayces, A. S., and Doi, M. 1965. Mineralizable soil nitrogen in relation to fertilizer needs of sugarcane in Hawaii. Soil Sci. 99 : 132-137.
19. Stanford, G. 1968. Effect of partial removal of soil organic nitrogen with sodium pyro-

phosphate or sulfuric acid solution on subsequent mineralization of nitrogen. Soil Sci. Soc. Amer. proc. 32 : 679-682.

20. Stanford, G., and Smith, S. J. 1972 . Nitrogen mineralization potentials of soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 36 : 465-472.
21. Stevenson, F. J. 1960. Chemistry of soil nitrogen. prepared as part of ICA short course entitled "Soil test and soil fertility practices".
22. Subbish, B. V., and Asija, G. L. 1956. A rapid procedure for the estimation of available nitrogenin soils. Current Sci. 25 : 259-260.
23. Truog, E. 1954. Test for available soil nitrogen. Corn Fertilizer 88 : 72-73.
24. Verstraeten, L. M. J., Vlassak, K. , and Livens, J. 1970. Factors affecting the determ-ation of available soil nitrogen by chemical methods : Comparison of extractable carbon with mineralized nitrogen. Soil Sci. 110 : 365-370.
25. Waring, S. A., and Bremner, J. M. 1964. Ammonium production in soil under waterloged conditions as an index of nitrogen availability. Nature 201 : 951-952.

THE NITROGEN STATUS AND NITROGEN SUPPLYING POWER OF TAIWAN SOILS

C. F. Lin, A. H. Chang, C. C. Tseng

Summary

Nitrogen in the soil is almost always in the organic matter and as such is not directly utilizable by plants. Before, it can be taken up by a crop, the nitrogen must released through decomposition of the organic matter and transformed to the nitrate and ammonium forms of nitrogen. Since decomposition and transformation are biological proceses, they are affected by weather, soil texture, soil management, previous crop and other variables. The dependence of nitrogen availability on microbial activity makes testing for available nitrogen a more difficult problem than testing for available phosphorus and potassium. However, the nitrogen fertility of soil plays a crucial role in lowland rice production. It is necessary to know the behavior of native nitrogen during the growing season in order to control the N uptake by rice plants at each stage for getting adequate grain yield.

Twenty soil samples from plow layer scattered widely over the Island were taken to study the N distribution after acid hydrolysis, the liberation of mineralyzable N, the biological and chemical methods for measuring soil N availability. All the tested values were calibrated with the N uptake of rice and the percentage yield of rice in order to understand the N status and N supplying power of Taiwan soils. The results may be summarized as follows :

1. The average distribution of different forms of N calculated as percentage of total N was as follows : Non-hydrolyzable N (24.4%), total hydrolyzable N (75.6%), amino acid N (35.7%), hydrolyzable ammonium N (25%), hexosamine N (4.8%), and unidentified N (10.5%), The relation between N distribution and soil groups was obscure. However, significant correlations between some soil properties (organic matter, total N , clay content, cation exchange capacity)and various forms of N after hydrolysis were found. Among them, the correlation coefficients of soil organic matter as well as total nitrogen to the total hydrolyzable N and amino acid N were extremly significant (over 0.9).

2. Nitrogen values obtained after intermittently two-week waterlogged incubation were closely related to the contents of total hydrolyzable N, amino acid N, and unidentified N, So was the N-uptake of rice plant. It, thus, indicated that mineralizable N produced under two -week period of waterlogged incubation will reveal the nitrogen supplying power of paddy soils.

3. Cumulative net N mineralization was linearly related the square root of time, $t^{\frac{1}{2}}$, throughout the 12 weeks of intermittent incubation with most soils. Because of the generally consistant results, the data were employed in calculating the N mineralization potenial, N_0 of each soil, based on the hypothesis that rate of N mineralization was proportional to the quantity of N comprising the mineralizable substrate. Values of N_0 ranged from 90 to 340

ppm of air-dry soil, and they were closely related to the N-uptake of rice plant.

4. Rates of N mineralization (ppm N/week $\frac{1}{2}$) declined gradually with increasing duration of incubation with most soils. However, the relative low rate of mineralization during 0-2 weeks was found among them, it may reflect lag in microbial activity and/or assimilation of N by organisms owing to decomposition of small amounts of low-N plant material. The N mineralization rates of some soils were essentially constant or even gradually increase for all cumulative periods from 0-12 weeks. N-uptake of rice was closely related to N mineralization rate obtained at each period of intermittently two-week incubation.

5. Among the biological and chemical assays, N values obtained from the 1-week period of waterlogged incuation at 40°C was comparable to those from two-week period of incubation. and N value from micro-diffusion method in which ammonia released on treating soil with normal sodium hydroxide agreed moderately well to those from two-week period of incubation.

6. Highly significant correlation existed between N-uptake of rice from no N pot and combined N values obtained by 1-week period of waterlogged incubation and inital NH_4-N. So was the percentage yield of rice grain. Among chemical assays, only micro-diffusion method gave N values fairly related to N-uptake of rice from no N plot as well as to the percentage yield of rice. However, the coefficients of determination for these relationships obtained by chemical assays were appreciably lower than those by waterlogged incubation.

In conclusion, ammonia production after 1-week period of waterlogged incubation at 40°C agrees extremely well with the N-uptake of rice or the N supplyng power of the soills under certain conditon. As this method is rapid and precise and is readily applicable to both air -dried and field moist soil, it can be employed to study the liberation of native nitrogen under various field conditions in order to understand the nitrogen fertility of paddy soils.

本省水稻田土壤之陰離子交換性質之研究[1]

黎　靜　韻[2]

一、前　　言

在某種狀況下，土壤具有保持少量可交換態陰離子之能力，如 NO^-_3 SO^{--}_4 及 $H_2PO^-_4$ 等，既係營養分，亦為陰離子；有時在土壤中為可交換態，備為植物之應用。一般言之，陰離子交換順序為 $H_2PO^-_4 > SO_4^{--} > NO_3^-$ ，土壤中之有機質，粘土礦物中之高嶺石與無定形之鐵，均可增加陰離子交換 (1) 就陰離子交換性言，比之陽離子同樣重要，或且過之；但就文獻所知，研究粘土礦物及土壤之陰離子交換性者，遠較陽離子交換者為少，因此吾人所知頗為有限。土壤膠體中陰離子除有可交換性外，並有吸收作用。前者如 PO_4^{---} 與 NO_3^- 在土壤中之釋放，後者則被固定，此在植物營養中佔重要地位，據前人研究，土壤若干陰離子如 Cl^- 與 NO_3^- 並非如 PO_4^{---} 與 AsO_4^{---} 隨 pH 值下降而增强，僅被吸收少量，甚或無之。因此土壤中之陰離子隨土壤種類或土壤性質而異，且在低 pH 地區，礦物結晶格子不穩定，結果 Al、Fe、Mg、Mn 溶解，此種離子部分被保持於置換態，陰離子與之結成複合物，因而增加陰離子交換之複合性 (2) 。凡此均係前人研究之成果片段，說明陰離子交換研究之困難，筆者前年研究本省水稻田土壤之陽離子交換性 (11) 後，不計工作之困難，繼續進行本研究，其目的除加强本省主要水稻田土壤離子交換特性研究外，並期對作物營養隱藏加深瞭解，研究所用之樣本，除選前研究陽離子交換性者156個外，並增加新採樣本110個；研究項目不多，茲將其分析結果編述於下。

二、試驗內容及結果

(一) 分析項目及方法

1.陰離子交換性質：

(1) 陰離子交換能量 (A. E. C.) Phosphate Adsorption Method (3)

(2) 交換性 PO_4^{---} (3)

(3) 交換性 Cl^-. Potentiometric Method (4)

(4) 交換性 SO_4^{--} 用比濁法定硫酸根 (5)

2.主要理化性質：

(1) 機械成分：浮秤法 (4)

(2) pH：玻璃電極法，水土之比 (1：1) (6)

(3) 有機質：Walkey-Black Method (6)

(4) 全氮量：擴散法 (8)

(5) 游離鐵：Barshad 氏法 (7)

(二) 樣本採集之數目

1.冲積土類……………………………………217 個

(1) 砂岩頁岩質……………………………………111 個

(2) 粘板岩質……………………………………74 個

本研究之完成獲國家科學委員會之研究補助，謹此致謝。

1.試驗報告農試字六二四號。

2.臺灣省農業試驗所技士。

（3）片岩質……………………………………………………………………22個
（4）安山岩質…………………………………………………………………10個
2.紅棕壤……………………………………………………………………………28個
3.黃棕壤……………………………………………………………………………21個
合　　計……………………………………………………………………………266個

（三）分析結果：

分析結果詳見附錄表（一）及（二），因限於篇幅，未及印出。

三、討　　論

（一）本省稻田土壤種類及其陰離子交換性質。

本省稻田土壤大部份屬於冲積土，少部份爲紅棕壤與黃棕壤，前者因其母質來源不同，可分爲四亞類：（1）砂岩頁岩質冲積土，（2）粘板岩質冲積土，（3）片岩質冲積土及（4）安山岩質冲積土。

冲積土中以砂岩頁岩質分佈較廣，安山岩質較少，分佈於大屯山彙之冲積谷地。茲將不同母質來源之冲積土及紅棕壤或黃棕壤各層之陰離子交換能量概況，列如下表：

表一、本省水稻田土壤陰離子交換能量概況（表土 m.e./100 克）

Table 1. The anion exchange capacity of soils of paddy field in Taiwan.

土類 Soil groups	母質 Parent materials	表土 Surface soils 樣本數 Sample number	表土 Surface soils A. E. C 平均值 Average	亞表土 Sub-surface soils 樣本數 Sample number	亞表土 Sub-surface soils A. E. C. 平均值 Average	底土 Sub-soils 樣本數 Sample number	底土 Sub-soils A. E. C. 平均值 Average	小計 Sub total 樣本數 Sample number	小計 Sub total A. E. C. 平均值 Average
冲積土 Alluvial soils	砂岩頁岩 Sandstone & shale	26	22.2	50	23.7	29	24.0	105	23.4
	粘板岩 Slate	27	23.5	30	22.5	23	20.5	80	22.3
	片岩 Schist	6	19.3	11	19.7	5	19.4	22	19.5
	安山岩 Andesite	6	47.8	2	56.1	2	53.3	10	50.5
紅棕壤 Reddish Brown Latosols	洪積層 Dilluvial deposite	8	40.8	14	46.8	9	48.4	31	45.7
黃棕壤 Yellowish brown latosols	洪積層 Dilluvial deposite	4	39.5	8	38.1	6	40.7	18	39.3
總計 Total		77	27.2	115	27.4	74	27.7	266	27.4

全部樣本 A.E.C. 之總平均爲27.4，各土層間之平均相差甚微，而以安山岩質冲積土較高，平均爲50.5m.e./100克。紅棕壤及黃棕壤較次，各爲 45.7m.e./100 克及 39.3m.e./100克

，片岩質冲積土較少，各類或亞類土壤之表土，亞表土或底土間之差異均不大。

（二）本省水稻田土壤一般土壤性質與陰離子交換性之關係。

1.本省水稻田土壤之質地與陰離子交換能量（A.E.C.）之關係，就土壤學之理論言，土壤之質地與陽離子之含量成正比 [11]，而與陰離子含量亦然，就本研究統計分析結果如表二。

表二、本省水稻土壤之質地與陰離子交換能量（m. e. /100克）

Table 2. The soil texture and A. E. C. content of the soils of paddy field in Taiwan.

質地名稱 Name of texture	冲積土 Alluvial soils		紅黃壤 Latosols		合計 Total	
	樣本數 Sample number	A. E. C. 平均值 Average	樣本數 Sample number	A. E. C. 平均值 Average	樣本數 Sample number	A. E. C. 平均值 Average
粘土 Clay	29	37.8	30	43.8	59	40.8
坋質粘土 Silty clay	25	26.1	18	42.8	43	33.1
粘質壤土 Clay loam	42	23.2	1	38.5	43	23.5
坋質粘壤土 Silty clay loam	26	22.8	…	…	26	22.8
砂質粘壤土 Sandy clay loam	9	22.1	…	…	9	22.1
坋質壤土 Silty loan	23	20.9	…	…	23	20.9
壤土 Loam	41	19.7	1	38.1	42	20.1
砂質壤土 Sandy loan	19	17.2	…	…	19	17.2
壤質砂土 Loamy sand	2	13.5	…	…	2	13.5
總計 Total	216	23.9	50	43.2	266	27.5

自上表知，不論冲積土或紅黃壤，其質地愈粘重者，如粘土，其 A. E. C. 含量愈高，反之，質地愈輕者，如壤質砂土，其 A. E. C. 量則愈低。全部土壤樣本266個之統計，或單就冲積土或紅黃壤計算，均屬同一趨向。冲積土之粘土29個，平均值為 37.8m.e./100 克，壤質砂土則為13.5m.e./100克，兩者之差將及三倍；中等質地之土壤之 A. E. C. ，含量相差甚微。至於紅黃壤多偏於粘重，其 A. E. C. 含量平均值多在 40m.e./100克間，較冲積土為高，幾及一倍，簡言之，土壤質地與陰離子間之關係則粘粒與陰離子含量適成正比，即粘重之土壤其陰離子之含量愈大。

2.本省水稻田土壤之有機質與陰離子交換能量之關係

全部樣本統計結果如下表：

表三、本省水稻田土壤之有機質與陰離子交換能量之關係

Table 3. The organic matter and A. E. C. content of the soils of paddy field in Taiwan.

土類 Soil groups	有機質% Organic matter % (A. E. C. Average / 層次 Horizons)	表土 Surface soils 樣本數 Sample number	表土 Surface soils A. E. C. 平均值 Average	亞表土 Sub-surface soils 樣本數 Sample number	亞表土 Sub-surface soils A. E. C. 平均值 Average	底土 Sub-soils 樣本數 Sample number	底土 Sub-soils A. E. C. 平均值 Average	小計 Total 樣本數 Sample number	小計 Total A. E. C. 平均值 Average
冲積土 Alluvial soils	< 1	0	0	53	24.9	39	20.9	92	23.3
	1 — 3	51	23.1	37	23.1	15	27.4	103	24.0
	> 3	15	26.0	6	39.2	1	59.2	22	31.2
紅棕壤 Reddish brown latosols	< 1	0	0	6	39.3	1	42.0	7	39.8
	1 — 3	5	48.5	9	34.7	0	0	14	39.6
	> 3	6	48.7	1	55.6	0	0	7	49.7
黃棕壤 Yellowish brown latosols	< 1	1	48.0	3	40.2	1	37.4	5	39.2
	1 — 3	8	39.3	3	43.7	0	0	11	40.5
	> 3	5	40.2	0	0	0	0	5	40.2

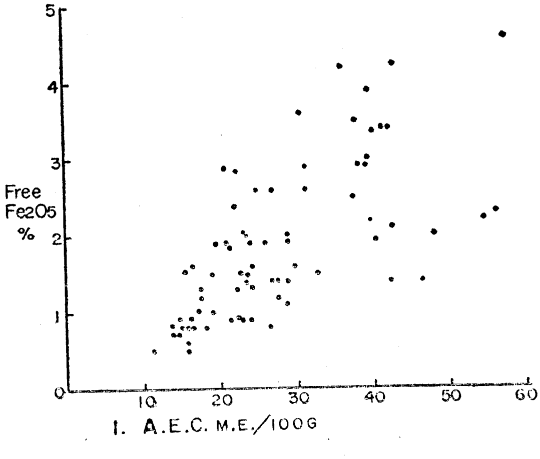
就上表觀之，一般而言，冲積土之陰離子交換能量，有機質含量愈低者，其 A. E. C. 含量較低，反之，含量較高者 A. E. C. 亦高，表底土均顯著，僅亞表土之平均未盡然；紅棕壤與黃棕壤亦略有差異，此或與其所含之有機質量不高所致。

3.本省水稻田土壤之游離鐵與陰離子交換能量之關係

爲易於瞭解本省稻田土壤之游離鐵與陰離子交換能量之關係，將各剖面之表土，亞表土及底土分別查出其間之分析結果，繪成圖1圖2及圖3，以便觀察及說明。

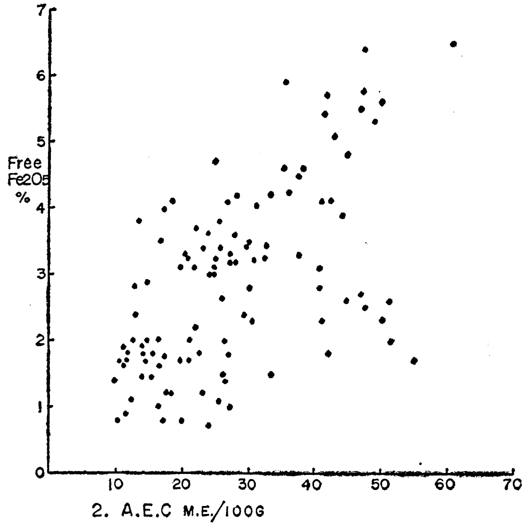
圖一　本省水稻田土壤表土之游離鐵與A.E.C.之關係

Fig. 1. THE FREE IRON AND A. E. C. CONTENT OF THE SURFACE SOILS OF PADDY FIELD IN TAIWAN



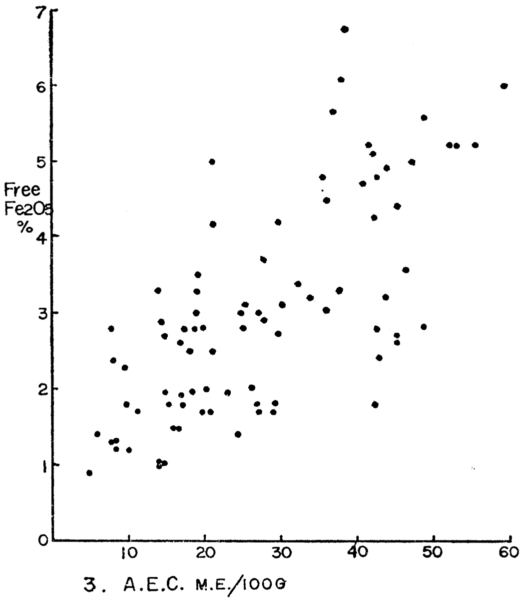
圖二　本省水稻田土壤亞表土之游離鐵與 A.E.C.之關係

Fig. 2. THE FREE IROB AND A.E.C. CONTENT OF THE SUB-SURFACE SOILS OF PADDY FIELD IN TAIWAN



圖三　本省水稻田土壤底土之游離鐵與 A.E.C.之關係

Fig. 3. THE FREE IRON AND A. E. C. CONTENT OF THE SUB-SOILS OF PADDY FIELD IN TAIWAN



圖一，就表土言，其游離鐵與 A. E. C. 關係，前者多集中於1－2％，後者多集中於15—30/m.e./100克間，有游離鐵愈高 A. E. C. 愈多之趨向，亦有少部份游離鐵3％左右，而 A. E. C. 仍爲 14-25m.e/100 克者，可視爲例外。

圖二、以亞表土言，游離鐵多集中於1.5—3.5%，A. E. C. 則集中於10—35m.e./100克間，亦有直線趨向關係。

圖三、底土方面，兩者之關係與表土及亞表土之趨向相同，游離鐵及 A. E. C. 分兩部集中，一部游離鐵集中於 1—2%， A. E. C. 則集中於 10—25 m.e./100 克，另一部游離鐵集中於 3—4%，A. E. C. 則集中於15—30m.e./100克。

（三）本省水畝田土壤之陰離子交換能量與第一、二期作之關係。

表四、本省不同採集期之水稻田土壤之陰離子交換能量

Table 4. The A. E. C. content of soils collected in different period

土類 Soil groups	層次 Horizons / A. E. C. Average \ 期作別 Period	第一期作後 After harvest of lst crop				第二期作後 After harvest 2nd crop			
		表土 Surface soils	亞表土 Sub-surface soils	底土 Sub soils	小計 Total	表土 Surface soils	亞表土 Sub-surface soils	底土 Sub soils	小計 Total
砂岩頁岩 Sand-stone & Shale	樣本數 Sample number	11	18	7	36	16	31	22	69
	A. E. C. 平均值 Average	20.5	20.6	21.0	20.6	23.7	25.5	26.0	25.1

冲積土 Alluvial soils	粘板岩 Slate	樣本數 Sample number	15	12	7	34	12	20	14	46
		A. E. C. 平均值 Average	21.6	21.9	18.1	21.0	25.8	23.9	20.1	23.4
	片岩 Schist	樣本數 Sample number	…	…	…	…	6	11	5	22
		A. E. C. 平均值 Average	…	…	…	…	19.3	19.7	19.1	19.5
	安山岩 Andesite	樣本數 Sample number	1	1	1	3	5	1	1	7
		A. E. C. 平均值 Average	57.5	60.8	59.2	59.2	45.8	51.3	47.4	46.8
紅棕壤 Reddish brown latosols		樣本數 Sample number	4	8	4	16	3	6	3	12
		A. E. C. 平均值 Average	41.3	46.8	49.5	46.1	37.9	45.2	50.0	44.6
黃棕壤 Yellowish brown latosols		樣本數 Sample number	3	6	3	12	2	4	3	9
		A. E. C. 平均值 Average	42.3	41.9	40.0	41.5	39.6	37.8	41.3	39.4

本省每年稻田收穫分爲二期作，其產量以第一期作收穫量較高 [9]，此因氣候環境， 土壤利用，雨量之多寡而影響其生產。本研究從其營養隱藏觀點而統計其兩期作後所採土壤樣本之陰離子交換能量（A. E. C.）之平均值，加以研究。

自上表知砂頁岩質冲積土及粘板岩質冲積土，均以第二期作後採集之土樣 A. E. C. 較第一期作者爲高，其餘安山岩質冲積土，紅棕壤與黃棕壤則適相反。

本省中南部稻田第二期作產量每較第一期作爲低 [9]， 而紅棕壤或黃棕壤稻田在北部桃園中壢一帶，其第二期作產量較第一期作爲高，或謂產量低指吸收土壤之養分較少，因而土壤留存之A. E. C. 較多，此可說明上表之效果。

（四）本省水稻田土壤之陰離子交換能量與其產量之關係

此處所謂高低產量之稻田，因期作而異，第一期作每公頃2,500公斤，第二期作未滿2,000公斤者爲低產量，第一期作超過3,500公斤或第二期作超過3,000公斤者爲高產量 [10] ，採樣時查詢當地農民核對，照分析結果其與高低產量之關係如下表：

表五、本省水稻田土壤之 A.E.C. 含量與其產量

Table 5. The A. E. C. content and rice yield of paddy soils in Taiwan.

層次 Horizons	高產量 High yield		低產量 Low yield	
	樣本數 Sample number	A. E. C. 平均值 Mean	樣本數 Sample number	A. E. C. 平均值 Mean
表土 Surface soils	45	26.9	33	27.7
亞表土 Sub-surface soils	69	26.1	46	30.3
底土 Sub-soils	40	24.2	33	30.3
小計 Total	154	25.9	112	29.5

照表不論表土，亞表土或底土之平均，均以低產量之稻田之 A. E. C. 較高產量者爲高，尤以底土爲顯著，其理由尙難說明，筆者以爲 A. E. C. 愈高者，土壤吸收作用愈强，作物利用其養分愈難，因而影響產量未想然否？

(五) 本省水稻田土壤之陰離子交換能量 (A. E. C.) 與地區性之關係

茲將本研究之土壤樣本分析結果，分別將各地區之表土統計如下表：

表六、本省水稻田土壤之陰離子交換能量與其地區性之關係

Table. 6. The relationship between the A. E. C. of the paddy soils and their Locality (m. e. /100g)

土類 Soil groups	母質 Parent material \ A. E. C. Average \ 地區 Locality	北部 Northern part		中部 Central part		南部 Southern part		東部 Eastern part	
		樣本數 Sample number	A. E. C. 平均值 Average	樣本數 Sample number	A. E. C. 平均值 Average	樣本數 Sample number	A. E. C. 平均值 Average	樣本數 Sample number	A. E. C. 平均值 Average
冲積土 Alluvial	砂岩頁岩 Sandstone and shale	6	23.6	9	24.0	11	19.9	…	…
	粘板岩 Slate	12	23.1	8	25.6	7	21.7	…	…
	片岩 Schist	…	…	…	…	…	…	6	19.3
	安山岩 Andesite	6	47.8	…	…	…	…	…	…
紅黃壤 Latosols		12	40.4	…	…	…	…	…	…
小計 Total		36	33.0	17	24.8	18	20.6	6	19.3

四、摘　　要

本研究將本省水稻田依其土類，亞類分別期作後，採集土壤樣本計266個，進行陰離子交換性質之分析，包括項目計有 A. E. C. 、置換性磷酸、氯與硫酸及數項主要理化性如機械分析、pH、有機質，全氮量及游離鐵等，試驗結果詳見附錄一與二，茲摘要如下：

1.本省稻田各類土壤之陰離子交換能量(A. E. C.)見表一，以安山岩質冲積土之A. E. C. 最高，紅棕壤次之，黃棕壤又次之，其餘爲砂頁岩質冲積土，粘板岩質冲積土，而片岩質冲積土爲最低。

2.稻田土壤之質地與 A. E. C. 含量見表二，其平均趨勢與 A. E. C. 相同，質地愈粘重，A. E. C. 含量愈高，反之則愈低。

3.稻田土壤有機質與 A. E. C. 含量見表三，冲積土之平均數，其關係爲正相關，紅棕壤及黃棕壤則略有差異。

4.稻田土壤之游離鐵與 A. E. C. 見圖一、二及三，三者均有正相關之關係，表土及亞表土範圍較狹，底土較寬。

5.稻田土壤因採集期不同，A.E.C. 含量見表四，砂頁岩質冲積土及粘板岩質冲積土，均以第二期作後之土樣 A. E. C. 含量較高，安山岩質冲積土，紅棕壤及黃棕壤則適相反。

6.稻田土壤 A. E. C. 與產量之統計如表五、不論表土，亞表土及底土之平均値均以低產量者其 A. E. C. 較高，反之高產量者則A. E. C. 較低。

7.本省稻田土壤之 A. E. C. 含量與地區性關係見表六，一般言之，北部稻田之 A. E. C. 含量最高，中部次之，南部又次之，東部較低。

STUDY ON THE ANION EXCHANGE PROPERTIES OF THE PADDY SOILS IN TAIWAN

Ching-yuan Lai

SUMMARY

This study is based on the study of 266 soil samples of paddy field in Taiwan which were classified according to great soil groups, sub-groups and time of sampling. The properties of anion exchange including PO_4^{---}, Cl^- and SO_4^{--}, together with other physico-chemical properties such as mechanical analysis, pH value, organic matter and total nitrogen are taken into consideration. The results are shown on tables of the appendixes. They may be summarized as follows:

1. The A. E. C. of the various soil groups of paddy field in Taiwan are shown on table 1. The A. E. C. 's of different soils come in descending order as following: Andersite alluvial soils, reddish brown latosols, yellowish brown latosols, sandstone and shale alluvial soils, slate alluvial soils, and the schist alluvial soils

2. The relation of A. E. C. to the paddy soils is shown on table 2. It reveals the same trend as C. E. C. to the texture, i. e. higher A. E. C. is related to fine texture.

3. The A. E. C and organic matter content of the paddy soils is shown on table 3. There is a proportional relationship between the A. E. C. and the alluvial soils. But it is something difference in latosols.

4. The correlation between the content of free iron and the A. E. C. is shown on figure 1, 2, and 3. It shows a proportional relationship between them.

5. The A. E. C. 's for the different time of sampling are shown on table 4. The A. E. C. of the sandstone alluvial soils and slate alluvial soils measured after the second crop is higher than after the first crop. But the A. E. C. of the andesite alluvial soils and the latosols is in reverse order.

6. The A. E. C. with the yield of rice is statistically analyzed and shown on table 5. It reveals that the higher the A. E. C the higher the yield of paddy soils.

7. The A. E. C. 's for the different localities are shown on table 6. In general, it shown that the soils of the northern part have the highest content of A. E. C. the central part the second, the southern part the third and eastern part the lowest one.

五、參考文獻

1. R. L. Donahue, J. C. Shickluna and L. S. Robertson. 1971 Soils an introduction to soils and plant growth
2. E. F. Bear, 1964 Chemistry of soil
3. C. S. Piper, 1950 Soil and plant analysis
4. C. A. Black, 1965 Methods of soil analysis part 1-2
5. R. L. Hibland 1928 A brief method for chemical examination of irrigation water and alkali soils Soil Sci. 25:351
6. M. L. Jackson, 1958 Chemical analysis
7. I. Barshad, 1960 Soil mineralogy mineography. Uni. of California Berkey. Press.
8. 李蘭帝 1964 擴散法在氮定量上之應用 土壤肥料通訊156期
9. 李水龍、湯文通 1963 臺灣水稻第二期作單位面積產量不如第一期作原因及其改良方法 科學農業第11卷第12期
10. 臺灣省水稻低產量地區抑制產量因素調查 1964 臺灣省政府農林廳編印。
11. 黎靜韻 1972 本省水稻田土壤之陽離子交換性質研究 農業研究第21卷第2期

Curvularia lunata 菌之生理性質及其對水稻病原性之研究

朱 啓 魯、簡 錦 忠

一、前 言

寄生於稻體上的菌類頗多，伊籐（1933）指出，自稻藁上可檢出者達79種之多，能寄生於穀粒上的菌類，大部也可附着或寄生於稻藁上。數種引起稻谷粒變色之 *Curvularia* 菌也被相繼發現（Boedijin, 1973；Bugnicourt, 1950；Grove and Skolk, 1954；Padnick, 1950；Wei 1957），同時 *Curvularia* 菌之某些種類可使稻谷粒發霉，甚至引起葉部病斑。Martin (1939, 1940) 發現有病之谷粒經去殼後變成黑色，當發生嚴重時，會引起幼苗立枯病，或使幼苗生長勢衰弱。Rao 及 Salan (1954) 在印度報告，60%之變色谷粒係由 *Curvularia* 菌所引起，在臺灣的水稻體上，也常可分離到，由於此菌之生理性質及其病原性尚缺乏詳細的參考資料，故有加以探討之必要。

二、試驗材料與方法

A. 材料：

a. 於溫室內栽培臺中65號供作寄主植物。

b. 分離並培養 *Curvularia lunata* 菌以供試驗之用。

B. 方法：

1.病原菌之形態

分離並純粹培養 *C. lunata* 菌，鏡檢並用測微計量其胞子之大小。

2.溫度對 *C. lunata* 菌之發育影響

移植直徑為 5mm 之菌絲塊於盛有 PDA 培養基之培養皿中（直徑9cm），並置於不同溫度之定溫箱中，經五日觀察其發育狀況，記載本菌之最適宜發育溫度及最高、最低發育溫度。

3. *C. lunata* 菌之致死溫度

移置直徑 5mm 之菌絲塊於斜面培養基上，置水溫器中於不同之高溫中處理十分鐘，然後取出置入 28°C 之定溫箱中，五日後觀察其致死溫度。

4. pH 值對 *C. lunata* 菌之發育影響

將本菌培養於盛有不同之 pH 值 PDA 培養基之培養皿（直徑 9cm）中，放入 28°C 之定溫箱內，經五日後調查其病菌之發育狀況。

5.碳素源及氮素源對 *C. lunata* 菌之發育影響

基礎培養基採用 Czapek's sucrose nitrate solution ($NaNO_3$. 2.00g；KH_2PO_4 1.00g；Kcl 0.50g；$MgSO_4$ $7H_2O$ 0.50g；$FeSO_4$ $7H_{20}$ 0.50g；Sucrose 30.00g；Distilled water 1,000ml)

a. 碳素源：

以相當於碳素源蔗糖 30g 之含碳化合物取代基礎培養基中之蔗糖分量，供試碳素源十四種，所有培養基均經無菌過濾消毒，並調節至 pH7.0，然後分裝入 125cc 之三角瓶中，每瓶 50cc，再置

本研究承國家科學發展委員會補助經費，謹申謝忱。

1.試驗報告農試字第六二五號

2.臺灣省農業試驗所技佐、技正

於 28°C 之定溫箱中經一週，然後以預先秤好重量之濾紙過濾菌絲，再行乾燥，以秤其乾燥量而比較於不同培養基中之生長狀況。

b. 氮素源：

以相當於氮素源二公克硝酸鈉 ($NaNO_3$) 含氮化合物取代基礎培養中之硝酸鈉分量，供試氮素源九種，其培養基之消毒，pH 值及乾燥量之測定方法，與碳素源相同。

6.對水稻之病原性

稻苗培育於盛土之鉛盤中，待其生長達 3—4 葉片時，以針刺葉片，並以健全葉片作對照，用濃度爲 5×10^6/ml 之胞子懸浮液接種，經十日後調查其結果。

三、試驗結果

1.病原菌之形態

本菌之分生子梗呈褐色，具隔膜，分生胞子呈新月形，有 3 個隔膜，其中有一室特別寬大，末端之細胞較中間者爲淡，以測微計測定100個胞子之結果，其平均值爲 $24.3\times10.8\mu$.

2.溫度對 *C. lunata* 菌發育之影響

其結果如表一，適宜於本菌發育之溫度在 30°C 左右，溫度高達 40°C 或在 5°C 之低溫時，病菌則停止發育，當溫度由 10°C 到 30°C 時，病菌之發育隨溫度之增高而增長，當溫度由 30°C 上升時，則病菌之發育隨溫度之增高而降低。

表一、*C. lunata* 菌於不同溫度下經五天之生長狀況

溫 度 (°C)	菌體發育直徑 (cm)					
	1	2	3	4	5	平 均
5	0	0	0	0	0	0
10	1.4	1.6	1.7	1.5	1.4	1.5
15	2.3	2.2	2.2	2.1	2.4	2.24
20	3.9	3.4	3.4	4.0	3.7	3.68
25	6.1	5.7	6.1	5.4	5.1	5.68
30	7.7	8.4	8.3	8.2	8.2	8.16
35	6.5	6.4	6.8	6.7	6.7	6.64
40	0	0	0	0	0	0

3. *C. lunata* 菌之致死溫度

本菌於水溫定溫器中處理10分鐘，顯示在 60°C 之高溫中仍未致死，而於 62°C 處理10分鐘則失去其生活力，其結果如表二。

表二、高溫對 *C. lunata* 菌之發育影響

溫 度 (°C)	溫湯處理 10 分鐘			
	1	2	3	4
58	++	++	++	++
60	+	+	+	+
62	—	—	—	—

〔註〕+：表示生長程度。 —：表示不生長

4. pH 值對 *C. lunata* 菌發育之影響

本菌對 pH 值之適應力很强，最適宜之 pH 值爲7.0～8.0（表三），當 pH 值由5.0至 pH8.0 時，本菌之生長隨 pH 值之增高而增長，但當 pH 值由 pH9.0 到 pH12.0 時，則此菌之生長隨 pH 值之增高而降低，至 pH12.3 時則停止發育。由統計上顯示 pH7.0 與 pH8.0 對本菌之發育無顯著性差異，而 pH6.0 與 pH7.0～8.0 間則對本菌之發育影響有顯著差異，pH6.0 與 pH 值 9.0 時對本菌之發育影響不顯著，但較 pH5.0, 10.0, 11.0, 12.0 及12.3則有顯著之差異。

表三、pH 值對 *C. lunata* 菌生長影響之試驗成果

pH 值	培養五天後之生長狀況（直徑 cm）					顯着性
	1	2	3	4	平均	
5.0	7.5	7.3	7.2	7.2	7.30	c
6.0	7.7	7.7	7.8	8.2	7.85	b
7.0	8.3	8.5	8.5	8.3	8.40	a
8.0	8.5	8.6	8.4	8.5	8.50	a
9.0	6.5	7.5	7.7	7.8	7.37	bc
10.0	6.2	6.4	6.7	7.8	6.77	d
11.0	5.5	5.2	5.3	5.1	5.27	e
12.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.15	f
12.3	0	0	0	0	0	g

表四、pH 值對 *C. lunata* 菌生長影響之變方分析

變因	自由度	平和方	均方和	實測 F 值	理論 F 值	
					5%	1%
重複	3	0.44	0.14	—	—	—
處理	8	317.8	39.72	397.2**	2.36	3.36
機差	24	2.55	0.10	—	—	—
總計	35	—	—	—	—	—

5.碳素源及氮素源對 *C. lunata* 菌之發育影響

a. 碳素源

C. lunata 菌對碳素源之利用如表五，測試之十四種碳素源中， 本菌於 Glucose, Fructose, Dextrin, Sucrose 及 Maltose 培養基中均生長良好，在統計上 Glucose 及 Fructose對本菌之生長影響無差異性，但與 Dextrin 比較則稍有差異，而與 Sucrose 及Maltose 相比較時則差異顯著，對 Galactose 而言，其對 *C. lunata* 菌之發育影響效果遠較上述五種糖類爲差，但其效果較 Lactose, Xylose 及 Raffinose 稍好，而又遠較 Na-Succinate, Inulin, Mannitol, Sorbose, Cellulose 之效果爲佳， Na-Succinate 之效果比 Inulin 稍好，而遠比 Mannitol, Sorbose 及 Cellulose 爲佳，

後三種之糖類間對此菌之生長無差異，僅比對照稍好而已。

表五、碳素源對 *C. lunata* 菌生長影響之試驗結果

碳素源	乾燥量 (mg)						顯着性
	1	2	3	4	5	平均	
Glucose	270	290	280	310	320	294	a
Fructose	310	280	210	360	300	292	a
Dextrin	260	260	280	340	230	274	ab
Sucrose	190	280	330	230	190	244	bc
Maltose	260	270	290	210	150	236	c
Galactose	190	190	230	150	170	186	d
Lactose	160	110	270	160	120	164	de
Xylose	150	150	180	130	130	148	de
Raffinose	150	150	150	150	110	142	def
Na-Suceiuate	110	110	120	140	120	124	ef
Inulin	100	80	120	120	70	98	fg
Mannitol	90	80	50	60	80	72	gh
Sorbose	60	80	60	50	90	68	gh
Cellulose	70	70	50	30	30	50	gh
對照	20	40	10	20	50	28	h

表六、碳素源對 *C. lunata* 菌生長影響之變方分析

變因	自由度	平方和	均方和	實測 F 値	理論 F 値	
					5 %	1 %
重複	4	7634.7	1908.67	—	—	—
處理	14	567634.67	40545.23	32.32**	1.89	2.50
機差	56	70,245.3	1254.38	—	—	—
總計	74	—	—	—	—	—

b. 氮素源

供試氮素源計九種，其結果如表七。*C. lunata* 菌在 Peptone, Asparagine, Aspartic acid 及 Glutamine 培養基上發育良好，其中 Peptone 對本菌之發育影響較後者爲顯著，而 Asparagine, Aspartic acid 及 Glutamine 三者間之效果則無差異性，但遠比 Urea, Leucine $NaNO_3$, Methionine 及 (NH_4) SO_4 爲佳， Urea 及 Leucine 兩者之效果無差異，但較 $NaNO_3$, Methionine 及 $(NH_4)_2SO_4$ 則有顯著之效果。*C. lunata* 菌對氮素源利用最差者爲 $NaNO_3$, Methionine 及 $(NH_4)_2SO_4$ ，且此三種氮素源間亦無效果之差異。

表七、氮素源對 *C. lunata* 菌生長影響之試驗結果

氮素源	乾燥重 (mg)					顯著性
	1	2	3	4	平均	
Peptone	700	670	670	690	682.50	a
Asparagine	500	510	550	470	507.50	b
Aspartic acid	440	680	420	440	495.00	b
Glutamine	520	460	450	470	475.00	b
Urea	250	160	130	150	172.00	c
Leucine	140	230	150	150	167.50	c
$NaNo_3$	90	170	70	10	85.00	d
Methionine	110	110	20	30	67.50	d
$(NH_4)_2So_4$	10	20	30	110	42.00	d
Control	20	20	40	20	25.00	d

表八、氮素源對 *C. lunata* 菌生長影響之變方分析

變因	自由度	平方和	均方和	實測 F 值	理論 F 值	
					5 %	1 %
重複	3	16820	5606.6	—	—	—
處理	9	2104790	233865.5	82.4**	2.26	3.16
機差	27	76630	2838.1	—	—	—
總計	39	—	—	—	—	—

6.對水稻之病原性

稻苗培育於盛土之鉛盤中，待其生長達 3－4 葉片時，並以針刺傷葉片，以健全葉片作對照，用胞子懸浮液噴佈接種，其結果如表九。顯示傷痍接種之發病百分率較健全者爲高。其病徵爲葉片上產生褐色紡錘形之病斑。本病菌多由葉之主脈侵入，並沿中肋蔓延。

表九、*C. lunata* 菌對植株之感染

接種類別	接種株數	發病百分率 (%)
健全植株	100	20.0
傷痍植株	100	85.0

四、結　論

C. lunata 菌對水稻之病原性，其在水稻葉片上形成之病斑與稻熱病病斑相似，胞子呈彎曲狀而具有4室，胞子之大小爲 24.3×10.8μ 。本菌可耐高溫，於 35°C 時仍生長良好，於 5°C 及 40°C 時則停止發育，亦即病菌之發育隨溫度之增高而增長，惟溫度達 30°C 以上時，則其生長又隨溫度之增高而下降。在高溫處理時，其致死溫度高達 62°C 。按稻熱病菌，稻胡麻葉枯病菌及稻苗徒長病菌之致死溫度分別 55°C，52°C 及 53°C，而 *C. lunata* 菌之致死溫度竟高達 62°C ，故此種菌類可能適合高溫地區生長。本菌對 pH 值適應之範圍甚廣，由 pH 5.0～12.0 均可生長，惟在 pH 達12.0時，發育不良，至 pH12.3 時，則病菌停止發育。在營養需求上，碳素源中 Glucose, Fructose, Dextrin 及 Sucrose 均宜于 *C. lunata* 菌之生長，對其不易利用之碳素源有 Inulin, Mannitos, Sorbose 及 Cellutose 等；氮素源易爲 *C. lunata* 所利用者有 Peptone, Asparagine, Aspartic acid 及 Glutamin 等，利用較差者爲 Urea 及 Leucine，最差者爲 $NaNO_3$, Methionine 及 $(NH_4)_2SO_4$。本菌由傷痍感染時發病率甚高，而以健全葉片接種時則感染率較低，故本菌對水稻之主要感染途徑可能係經由傷痍感染，而其在水稻葉片上引起之病徵，頗難與稻熱病相區別。

五、摘　要

1. *Curvularia lunata* 菌對水稻病原性，在葉片上形成褐色之紡錘形病斑，其分生胞子呈黑色，末端細胞較中間者爲淡，具有三個隔膜，第二個細胞較其他細胞大而黑，且彎曲，以測微計測定100個胞子之結果，其平均値爲 24.3×10.8μ。
2. 溫度試驗結果顯示適宜於本菌之發育溫度在 30°C 左右，溫度高達 40°C 或在 5°C 之低溫時，病菌則停止發育。當溫度由 10°C～30°C 時，*C. lunata* 菌之發育隨溫度之增高而增長，但當溫度高於 30°C 以上時則本菌之發育隨溫度之增高而降低。本菌係一耐高溫菌，其致死溫度高達 62°C 。
3. *C. lunata* 菌對 pH 值之適應範圍甚廣，由 pH 5.0～12.0 均可生長。惟在 12.0 時則發育不良，至 pH12.3 時則本菌停止生長。對本菌最適宜之 pH 値爲7.0～8.0。
4. 最易爲 *C. lunata* 菌利用之碳素源爲 Glucose, Fructose, Dextrin, Sucrose 及 Maltose ，其次爲 Galactose, Lactose, Xylose 及 Raffinose，不易利用之碳素源有 Inulin, Mannitol, Sorbose 及 Cellulose。
5. 供試之氮素源中，Peptone, Asparagine, Aspartic acid, 及Glutamine 對*C. lunata* 菌之生長係良好之氮素源，其次爲 Urea 及 Leucine。最差之氮素源爲 $NaNO_3$, Methionine 及 $(NH_4)_2SO_4$。
6. *C. lunata* 菌由傷痍感染時發病率甚高，若以健全葉片接種時則感染率較低。故本菌對水稻之主要感染途徑可能係經由傷痍感染。

六、參考文獻

1. Barnett, H. L. and Barry B. Hunter. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. p. 118. Burgess Publishing Co.
2. Ellis, E. B. 1966. Dematiaceous hyphomycetes. VII. *Curvularia*, *Brachysporium*, etc. Mycol. Papers, C. M. I. 106:1-57.
3. Grove, J. W. and A. J. Skolk 1945. Notes on seed-borne fungi. III. *Curvularia*., Can. J. Res. Sect. C. 23:94-104.
4. Martin, A. L. 1939. Possible cause of black kernels in rice. Pl. Dis. Reptr. 23:247-249.
5. Nelson, R. R. and F. A. Hassis. 1964. The perfect stage of *Curvularia lunata*.

Mycologai 56:316-317.
6. Ou, S. H. 1972. Rice Diseases. p. 302-304. Commonwealth Mycological Institute, England.
7. Rao, P. N. and M. A. Salam, 1954. *Curvularia* species from discoloured grains from hyderabad. J. Indian bot. Soc. 33:268-271.
8. Subramanian, C. V. 1953. Fungi inperfect from Madras. V. *Curvularia*. Proc. Indian Acad. Sci. 38:27-39.
9. 中田覺五郎 • 1963：改訂作物病害圖編 P. 1～5 P. 13～14 東京養賢堂。
10. 伊藤誠哉 • 1933：水稻主要病害第一次發生と其の綜合防除法，北海道農試報告，第28號 P. 53

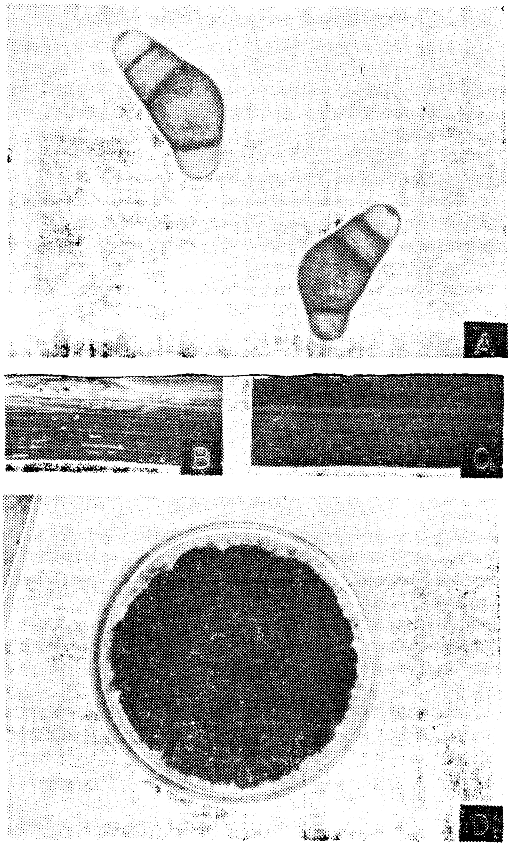
PHYSIOLOGICAL STUDY OF *CURVULARIA LUNATA* AND ITS PATHOGENICITY TO RICE PLANT

by

C. L. Chu and C. C. Chien

SUMMARY

1. The fungus, *Curvularia lunata*, was pathogenic to rice plant. The lesion caused by this fungus on rice plant was similar to which caused by *Pyricularia oryzae*. Its conidia are dark, more or less fusiform, 4 celled, end cell lighter, typically bent or curved, with one of the central cell enlarged. The size of the fungus measured $24.3 \times 10.8\mu$ in the average of 100 spores.
2. The effect of temperature on development of the fungus showed that its optimum temperature being around 30°C and there were no development of the fungus when the temperature were at 5°C and 40°C. Simultaneously, this fungus was shown to be highly tolerable to high temperature as its thermal death point was as high as 62°C.
3. The effect of the pH value on development of *Curvularia lunata* showed that the optimum and maximum value for the fungus were pH 8.0 and 12.3, respectively.
4. The ability of *C. lunata* to utilize certain carbon compounds were in many patterns. This fungus well utilized glucose, fructose, dextrin, sucrose and maltose. The carbon compounds such as inulin, mannitol, sorbose and cellulose were poor carbon sources for the development of the fungus.
5. Among the various nitrogen compounds tested, peptone, asparagine, aspartic acid and glutamine were the good sources for the development of *C. lunata* while the sources of $NaNO_3$, methionine, and [$(NH_4)_2SO_4$] were the poor ones for the fungus.
6. So far as the inoculation concerned, wound infection showed high percentage of infection indicating that the main pathway of infection of the fungus to rice plant might be through the wounding of the plant.



A. Conidia of *C. lunata* (分生胞子)
B. Lesion on rice leaf (葉部病斑)
C. Healthy leaf of rice (健全葉部)
D. Plate culture of *C. lunata* (病菌之平面培養)

衛地素(Vorlex)防治番茄線蟲病及白絹病試驗[1]

杜金池、程永雄、郭芬蓮[2]

一、前　言

據 Goodey (1) 於1933年發表植物寄生性線蟲稱，僅有31種，然今日已增到1,527種以上。爲害番茄之寄生性線蟲，就目前所知，計有殘根線蟲 (Stubby nematode, *Trichodorus christiei*) 、根腐線蟲 (Lesion nematodes, *Pratylenchus* spp.) (6) 根瘤線蟲 (Root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* var. *acrita* Chitwood) 、穿孔線蟲 (Burrowing nematode, *Radophorus similis*) (4) 長刺線蟲 (Sting nematode, Belonolaimus sp.) 、七首線蟲 (Dagger nematode, *Xiphinema* sp.) (7) 腎形線蟲 (Stunt nematode, *Rotylenchulus* sp.) 、小尾孔螺旋線蟲 (Spiral nematode, *Helicotylenchus* sp.) 、環線蟲 (Ring nematode, *Criconemoides* sp.) 、刺線蟲 (Pin nematode, *Tylenchorynchus* sp.)等多種。臺灣情形，依據筆者等多年調查結果，三種線蟲對番茄之爲害最嚴重而普遍，即殘根線蟲 (Stubby nematode, *Trichodorus christiei*)，爲多患性線蟲，Rohde and Jenkins (8) 報告，本種線蟲除嚴重爲害番茄 (*Lycopersicon esculentum* Mill.) 外，尙加害棉花 (*Gossypium herbaceum*, L) 、包心白菜 (*Brassica oleracea* L.) 、萵苣 (*Lactuca sativa* L.) 、向日葵 (*Helianthus annuus* L.) 、洋葱 (*Allium cepa* L.) 、玉米 (*Zea mays* L.) 、大豆 (*Glycine max*(L.)Merr) 、苜蓿 (*Medicago sativa* L.) 、大頭菜 (*Brussica rapa* L.) 等多種作物。*T. christiei*爲絕對外寄生性線蟲，主要爲害根尖或沿多汁幼根吸食植物汁液，使被害根尖停止生長而喪失生機，支根少而短，根系發育不正常，產生所謂 Stubby root 型病徵。偶而伴隨其他病菌之爲害，引起 Coarse root 病型。根腐線蟲 (Lesion nematodes, *Pratylenchus* spp.) (5) 爲內寄生線蟲之一種，侵入根部，在柔膜組織內吸食養料，使被害根部呈現明顯之褐腐型病斑，故名之爲根腐線蟲。本屬線蟲穿孔侵入根部組織，常誘引其他病菌相繼侵入，加速根部之腐爛。根瘤線蟲 (*Meloidogyne* spp.) (8) 爲本省當前番茄最具有破壞性之寄生性線蟲，爲害茄科，纖維作物，瓜類等經濟作物，引起嚴重之根瘤，罹病植株，地上部停止生長，植株矮化，結實小，地下根部產生瘤狀物，因是而得名「根瘤線蟲病」。

1966年 Madamba *et al* (6) 報告，在感染根瘤線蟲及其他植物寄生性線蟲之病土，施用土壤燻蒸劑能使某些蔬菜作物之產量顯著提高。翌年，氏又發表溴化甲烷 (Methyl bromide) D-D (1, 3-dichloropropene, 1, 2-dichloropropane) 及 Edabrom (1, 2-dibromoethane) 等土壤燻蒸劑能有效地防治根瘤線蟲及煙草苗床之 Spiral nematodes 。筆者等 (10) 試驗結果，在番茄定植前2星期施用 70% Fumazone E.C., (1, 2-dibromo-3-chloropropane) 28公升/公頃，或 30%Nemamort E.C. (Dichloro-di-iso-propylether) 100公升/公頃，對 (*Meloidogyne* spp.) 有顯著之防治效果。

番茄發生根瘤線蟲及其他植物寄生性線蟲病害後，常使土壤內某些土壤傳播病原菌更易侵染，而發生複合型病害 (Disease complex) ，使番茄提早衰竭死亡。此一現象，在嘉南地區砂質壤土最爲常見。先受線蟲侵害後，在高溫多濕之季節，番茄發生白絹病 (Southern blight, *Corticium rolfsii*) (圖 6a) ，罹病株在地際莖部發生褐腐病斑，繼之病患處呈現白色菌絲及菌核，終使植株凋萎死亡。爲期收殺死線蟲兼滅土壤病原菌之效，乃選用含有殺菌成份Chloropicrin之燻蒸劑Vorlex進行本項試驗，期收事半功倍之效。玆將試驗結果，整理報告於後，尙祈先進賜教。

1.試驗報告農試字第六二六號　　本試驗期中蒙農復會羅技正宗爵多方鼓勵與關懷，謹致衷心感謝。

2.臺南棉麻試驗分所技正兼植物保護系主任，荐任技士及技術員。

二、試驗材料及方法

(一) 網室藥害觀察

利用方型塑膠栽盆(30×30×30cm) 分別盛裝砂土、黏土，及砂質壤土等三種土壤後施用Vorlex，用藥量爲15公升/公頃。處理方法係先自栽盆中央插入直徑2公分小木棒乙支，深15公分，使栽盆內形成一小圓洞後滴入藥液，再將洞口封實。處理後之各種土壤均分別放置在網室內經過0天，7天及14天等三種不同期間後，移植生長21天之健全番茄苗，每盆各栽5株，觀察不同種類土壤處理 Vorlex後經過不同日數對番茄引起藥害情形，以確定藥劑 Vorlex 處理後最適當之移栽間隔日數。本項試驗，各處理均爲6盆，每盆視同一重複。試驗期間，各種土壤之溫度均維持在 31±1°C，土壤濕度爲40±2%M.H.C.。

(二) 田間防治試驗

本試驗於民國59年4月分別在臺南本分所農場及臺南縣歸仁鄉舉行。試驗田之選擇以根瘤線蟲分佈均勻而密度高之砂質壤土爲條件。供試殺線蟲劑 Vorlex 分成三種用藥量，另以 70% Fumazone E.C. 爲標準對照藥劑，連對照不施藥等共5處理，4重複，完全逢機區組排列，小區面積 4.5×4.8=21.6平方公尺。

各種藥劑之施用，採條施法，每間隔30公分，開溝深15公分，幅10公分，均勻施藥後覆土踩實。施藥時土壤保持適當濕度 (30-35%M.H. C.)，土壤溫度爲 26-28°C。施藥後14天定植已生長21天之健全無病番茄苗。每小試區4行，中央2行爲產量調查行，依標準株行距各定植10株，另2行爲根瘤線蟲病發生程度調查行，各移植35株，移植後每隔20天在調查行任意拔取10株檢查根部，調查罹病程度，另在處理後14天及94天各調查土壤內線蟲密度消長，及白絹病發生百分率一次。

根瘤線蟲病罹病程度之調查，分成五級如下：0 (健全) 一沒有根瘤，1 (輕) 一鬚根有根瘤，2 (中) 一主根有根瘤，3 (重) 一主根有根瘤，並開始腐爛，4 (死亡) 一根部腐爛，地上部莖、葉枯死。並依下列公式再換算罹病指數 (Disease index)，供作各處理間罹病情形之比較。

$$\text{罹病指數} = \frac{1\times n_1 + 2\times n_2 + 3\times n_3 + 4\times n_4}{4N} \times 100$$

n_1=罹病程度1之株數

n_2=罹病程度2之株數

n_3=罹病程度3之株數

n_4=罹病程度4之株數

N=調查株數

表1 供試殺線蟲劑種類及其藥量

代 號	供 試 藥 劑	使用量 l/ha	有 效 成 份
A	Vorlex	100	Methylisothiocyanate, Dichloropropene, Dichloropropane and related chlorinated hydrocarbons, chloropicrin…100%
B	Vorlex	150	同 上
C	Vorlex	200	同 上
D	Fumazone E.C	28	1, 2-dibromo-3-chloropropane (DBCP) 70%
CK	不處理		

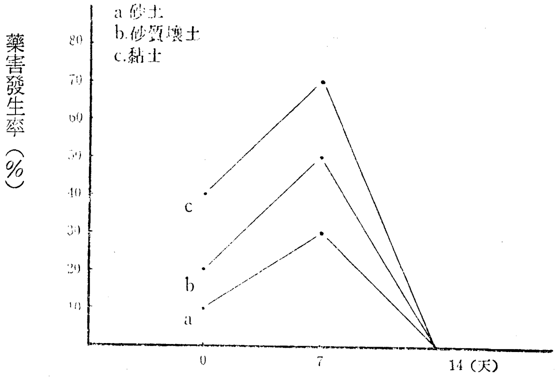
三、試驗結果

（一）網室藥害調查：

在土壤溫度 31±1°C，及土壤濕度 40±2%M.H.C情況下，無論砂土或砂質壤土或黏土，於施藥後14天移植番茄苗均不引起藥害，施藥後7天移植最易引起藥傷，以黏土最重，其次爲砂質壤土，

圖1　不同土壤處理 Vorle×150 l/ha 番茄藥害發生情形

（土壤溫度31±1°C，土壤濕度 40±2 % M. H. C）



而砂土最輕（圖1、6a）。

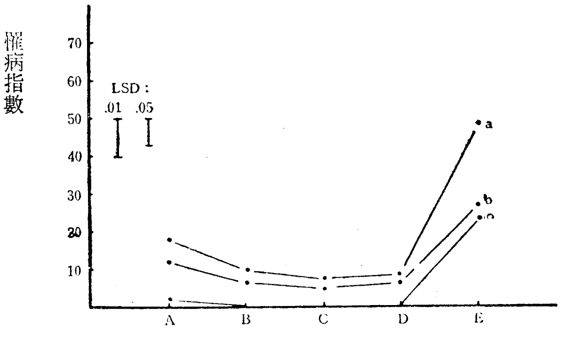
（二）田間防治結果

1. 防治根瘤線蟲之效果：

番茄定植後60天調查根瘤線蟲病罹病指數結果，歸仁試田無論是 Vorlex 處理或 Fumazone E. C. 處理，對罹病程度之抑制均比對照區顯著，以 Vorlex 200 公升/公頃處理區效果最顯著，罹病指數僅爲7.5，其次 Fumazone E.C. 28 公升/公頃爲8.12，其他依次爲 Vorlex 150 公升/公頃9. 37，Vorlex 100 公升/公頃17.5，對照區最重，達48.12。

臺南試田以 Fumazone E.C. 28公升/公頃處理區效果最好，罹病指數爲31.87，其次爲 Vorlex 200 公升/公頃55，其他依次爲 Vorlex 150 公升/公頃55.62，Vorlex 100公升/公頃63.12，而對照區最重，達70.62（圖2和圖3、6b）。

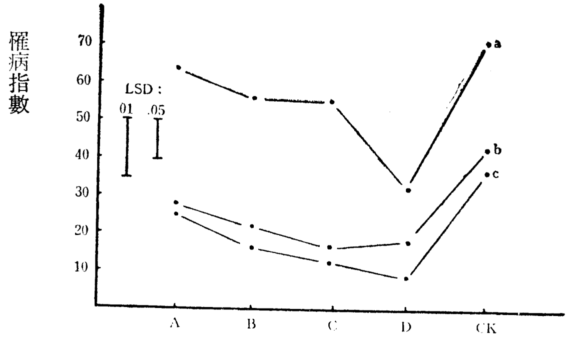
圖2　歸仁試田處理間根瘤線蟲病罹病指數之比較 *



*a. 20 days after planting (soil temp. 25—26°C, soil moist 44—46 % M.H.C)
b. 40 days after planting (soil temp. 30—32°C, soil moist 21—27 % M.H.C)
c. 60 days after planting (soil temp. 30—32°C, soil moist. 18—24 % M.H.C)

若以每隔20天調查一次之罹病程度觀之，臺南試田在移植後40天內， Vorlex 處理區能有效抑制根瘤線蟲病之發生，且效果爲極顯著；但移植60天以後，藥效已漸消失，因此罹病指數明顯增加。歸仁試田以 70% Fumazone E.C, 及 Vorlex 200 公升／公頃處理之藥效持續最久，番茄定植後 60

圖 3　臺南試田處理間根瘤線蟲病罹病指數之比較 *



* a. 20 days after planting (soil temp. 26—29°C soil moist. 46—48% M.H.C.)
b. 40 days after planting (soil temp. 31—32° C, soil moist 38—42% M.H.C)
c. 60 days aftar planting (soil temp. 29—30°C, soil moist 40—44% M.H.C)

天尚能有效抑制根瘤線蟲病之發生。Vorlex 100公升／公頃處理區罹病指數增加較迅速，但與對照區比較仍有極顯著之差異。

2. 產量調查

由圖4.分析結果，施藥區與不施藥區間差異顯著，尤其以Vorlex 200公升／公頃處理區及Fumazone E.C. 28公升／公頃處理區效果最好。

3. 株高調查

施藥後 3 個月各處理區之株高均比對照區高， 但處理間之差異不顯著。Vorlex 200 公升／公頃株高爲147公分，Fumazone E.C. 爲145.32公分，Vorlex 150公升／公頃爲141.2公分，Vorlex 100公升／公頃爲139.97公分，而對照區最矮小，爲125.32公分 (圖 5 、6C) 。

圖 4　處理間產量之比較

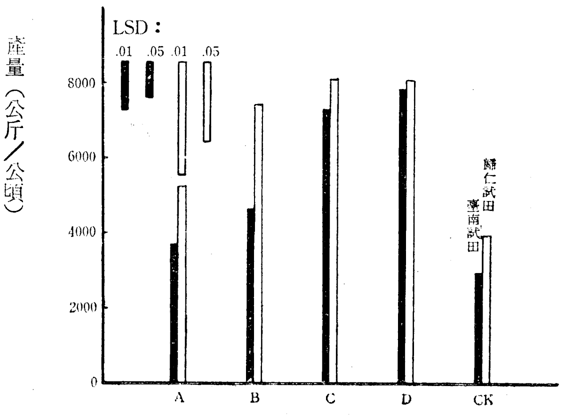
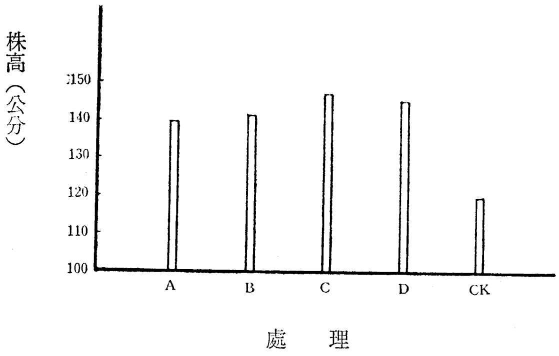


圖 5　番茄定植後三個月各處理之株高調查（歸仁試田）



4．土壤內線蟲消長及白絹病誘發情形

表 2　各處理土壤內線蟲消長情形及白絹病發生百分率 ※

試驗地點	線蟲種類 / 調查時期（處理後） / 處理	*Meloidogyne* Spp. 第14日	*Meloidogyne* Spp. 第94日	*Trichodorus* sp. 第14日	*Trichodorus* sp. 第94日	*Helicotylenchus* spp. 第14日	*Helicotylenchus* spp. 第94日	*Pratylenchus* spp. 第14日	*Pratylenchus* spp. 第94日	*Rotylenchulus* sp. 第14日	*Rotylenchulus* sp. 第94日	白絹病發生百分率%處理後第94日
臺南本分所試田	Vorlex 100L/ha	3	156	0	13	0	9	0	0	0	8	12.5
	Vorlex 150L/ha	3	124	0	15	0	15	0	0	0	5	7.5
	Vorlex 200L/ha	1	37	0	14	0	15	0	1	0	5	0
	Fumazone E. C. 28L/ha	2	8	1	54	1	21	0	5	0	1	2.5
	CK	78	83	26	15	41	31	20	21	20	31	15
歸仁試田	Vorlex 100L/ha	0	29	0	7	2	21	0	1	0	3	0
	Vorlex 150L/ha	0	6	0	5	2	24	0	2	0	9	0
	Vorlex 200L/ha	0	9	0	1	1	13	1	0	0	0	0
	Fumazone E.C. 28L/ha	0	9	0	18	2	14	0	2	0	5	0
	CK	31	37	21	13	31	35	31	31	60	62	10

※1　表列數字爲 4 重複之平均值

2　線蟲之分離系以100公克根圈土壤按遠心分離比重法行之

由表 2 觀之，臺南試田根瘤線蟲之密度比歸仁試田高。臺南試田之結果，顯示Fumazone E.C. 對根瘤線蟲（*Meloidogyne* spp.）之持續藥效比 Vorlex 久。Fumazone 28 公升／公頃處理14日後降爲 2 隻／100公克土壤，而94日後僅增至 8 隻／100 公克土壤。Vorlex 200 公升／公頃則先降爲 1 隻／100公克土壤，再增至37隻／100 公克土壤。Vorlex 150 公升／公頃降爲 3 隻／100 公克土壤

，再增至 124隻／100公克土壤。對照區一直維持在 78—83隻／100公克土壤之間。對 *Trichodorus* spp. 之防治效果，Vorlex 比 Fumazone 好。Vorlex 200 公升／公頃平均自 0 隻／100公克土壤增至14隻／100公克土壤。 Vorlex 150 公升／公頃自 0 隻／100 公克土壤增至15隻／100公克土壤。而 Fumazone E.C. 28公升／公頃自 1 隻／100公克土壤增至54隻／100 公克土壤 。 歸仁試田之結果，Fumazone E.C. 28公升／公頃與 Vorlex 200公升／公頃，對根瘤線蟲之防治效果相似，均自 0 隻增至 9 隻／100公克土壤，對照區自 31隻／100公克土壤增至 37隻／100公克土壤。 對 *Trichodorus* spp. 之效果，仍然與臺南試田相符，即Vorlex E.C. 比Fumazone爲佳。其他線蟲*Helicotylenchus, Pratylenchus* 及 *Rotylenchulus*）之防治效果請參閱表 2 。

白絹病之發生，臺南試田調查結果以 Vorlex 200 公升／公頃效果最好，在番茄生育期間並未發現病株。其次爲 Fumazone E.C. 28 公升／公頃處理區，罹病率爲2.5%。再次爲 Vorlex 150公升／公頃處理區，罹病率爲7.5%。對照區發病最嚴重，爲15%。歸仁試田，對照區之罹病率爲 10%，而處理區均爲O，效果顯著。

四、討論與結論

利用殺線蟲劑防治植物線蟲病害，亦如應用殺蟲、殺菌劑防治植物蟲害、病害，應詳加選擇，視線蟲種類選用適當殺線蟲劑，方能收到最大效果。依據本試驗 ，對殘根線蟲 (Stubby nematode. *Trichodorus christiei*) 、根腐線蟲 (Lesion nematodes. *Pratylenchus* spp.) 、及小尾孔螺旋線蟲 (Spiral nematodes, *Helicotylenchus* spp.) 之防治，衛地素 Vorlex 優於 Fumazone E.C. (70%DBCP) ，對根瘤線蟲 (Root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp.) 則 Fumazone E.C. 之藥效比 Vorlex 好 (圖 2 、圖 3 表 2) 。Graham (3) 之報告，對菸草根瘤線蟲之防治，Vorlex 比 Bay 68138 10G, Macap 10 G, Temik 10G, Furadan 10G, Dasanit 10G, Vidden D 100% 等藥劑爲劣，但比 EDB, Chevron 9006- 6 等爲佳。另據 Duncan & Barker (2) 應用 Vorlex 防治番茄線蟲病害結果，對 *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp. 及 *Tylenchorhynchus* spp. 等 3 屬線蟲比 Nemagon E.C. (亦即 DBCP, 與 Fumazone E.C. 有效成份相同) 優越，但對 *Meloidogyne* spp. 及 *Heterodera* spp. 則 Nemagon E.C. 較佳 。 上述 Duncan & Barker 之試驗結果與本報告完全相符 (表 2) 。鑑於上列事實，吾人認爲 Vorlex 雖係一種優越殺線蟲劑，可用以殺滅土壤內多種寄生性線蟲，如*Trichodorus* sp., *Pratylenchus* spp.,*Helicotylenchus* spp. 和 *Tylenchorhynchus* spp. 等，但對 *Meloidogyne* spp. 並非最佳藥劑。

部份殺線蟲劑如 DBCP 等並不具殺菌效力，如 D-D 和 EDB 等雖有殺菌效能，但用以防治線蟲之藥量並不足以殺滅菌類 [1] 。因此上列殺線蟲劑防治所謂 「線蟲與菌類複合型病害」 時，僅能提供殺線蟲效果，並減少因線蟲侵害植物根部造成傷口後之菌類侵染；至於菌類自行侵染而起之病害則毫無防治效果。本試驗Fumazone E.C. 處理區可減少白絹病之發生率，但並不能完全阻止發生，理由在此。返觀 Vorlex 非但有殺線蟲效能，更具殺菌功效，因此對於「線蟲與菌類複合型病害」可兼收殺線蟲治菌類雙管齊下之效。其他 Vorlex 100 公升／公頃及150公升／公頃處理區， 因用藥量不夠，效果稍差。

本試驗施用殺線蟲劑各處理區對番茄生育均有促進作用，並顯著增加單位面積產量。Vorlex 200 公升／公頃及 Fumazone E.C. 28 公升／公頃兩處理區與未施藥區相比極爲顯著，其增產量歸仁試田爲4,460公斤／公頃及4, 426公斤／公頃；臺南試田爲4,670公斤／公頃及5,265公斤／公頃。此一結果固然直接因殺滅土壤內寄生性線蟲及其他微生物所致，但施用殺線蟲劑後亦往往改變土壤內之養分種類及其含有量，而間接使作物生長及產量受到影響。[1]

綜觀本試驗結果，吾人之結論爲在線蟲病發生猖獗並常併發白絹病之嘉南平原番茄栽培地區，無論砂土、砂質壤土或黏土，只要土壤濕度適中，土壤溫度高於 25°C，在移植前14天施用Vorlex 200

公升／公頃，可有效防治某些重要寄生性線蟲（包括 *Meloidogyne* spp., *Rotylenchulus* spp., *Helicotylenchus* spp.）之爲害，兼可抑制土壤傳播病害白絹病（*Corticium rolfsii*）之發生，殺蟲兼治病，又增加單位面積產量，不失爲一舉數得之良策。

五、摘　要

1.本試驗分別在網室及臺南本分所農場及臺南縣歸仁鄉兩地進行田間防治試驗。

2.衛地素（Vorlex）對 *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp., *Rotylenchulus* spp., *Trichodorus* spp. 之防治效果優於 DBCP（Fumazone E.C.），對 *Meloidogyne* spp. 則 Fumazone E.C. 之藥效比 Vorlex 好。

3.殺線蟲劑 Vorlex 及 Fumazone E.C. 具有促進植株生育作用，並提高單位面積之產量。各藥劑處理間番茄果實之增產與對照區相比，均爲顯著，尤以 Vorlex 200 公升／公頃及 Fumazone E.C. 28公升／公頃等兩處理區爲極顯著。

4.施用殺線蟲劑能有效抑制白絹病，其效果依順序爲 Vorlex 200公升／公頃>Fumazone E.C. 28 公升／公頃>Vorlex 150公升／公頃>Vorlex 100 公升／公頃>CK。

五、參考文獻

1. Christie, J.R. 1959. Plant nematodes their biono mics and control. Agri. Exp. Sta. Univ. of Fla. 26-52pp.
2. Duncan, H.E. and K.R. Barker. 1970. Tomato (Trellised) Nematodes (*Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp., and *Tylenchorhynchus* spp.). In Hickey, K.D, (ed.). Fungicide and Nematicide test results of 1969. 25 : 143.
3. Grahan, T.W. 1970. Tabacco Root-Knot nematode (*Meloidogyne incognita*) lesion nematode (*Pratylenchus brachyurus*). In Hickey, K.D. (ed.). Fungicide and Nematicide tests results of 1969. 25 : 141-142.
4. Feder, W.A. and J. Feldmesser. 1957. Additions to the host list of *Radophorus similis*, the burrowing nematode. Plant Disease Deptr. 41 (1) : 33.
5. Mountain, W.B. and J.C. Fisher. 1954. Stunting of tomatoes associated with *Pratylenchus penetrans* and apparent migrant from on adjoining peach orchard. Plant Disease Deptr. 38 (12) : 809-810.
6. Madamba, C.P., Deanon, J.R., Bontoc, G.B. and Goseed, C.G. 1966. Yield responses vegetable and field crops to soil fumigation for the control of plant parasitic nematodes. Abstract in Jour. Philippine Phytopath. 2 (1/2) : 12-13.
7. Palo, A.V. and Calinga, R.H. 1969. The control of the Root-Knot nematode I. Bioassy of concentration Gradients of Zinophos. The Philippine Journal of Plant Industry 33 : 95-96.
8. Rohde, R.A. and W.R. Jenkins. 1957. Host range of a species of *Trichodorus* and its host-parasite relationships on tomato. phytopathology 47 (5) : 295-298.
9. Schindler, A.F. 1954. Root glling associated with daggar nematode, *Xiphinema diversicandatum* (Micoletzky, 1927) Thorne, 1939 (abs.). phytopathology 44 (7) : 389.
10. 杜金池、程永雄，番茄根瘤線蟲病防治試驗，臺灣農業季刊５（４）：１－６

CONTROL OF TOMATO NEMATODES AND SOUTHERN BLIGHT BY VORLEX (METHYLIS-OCYANATE, DICHLOROPROPENE, DICHLOROPROPANE AND RELATED CHLORINATE HYDROCARBANS, CHLOROPICRIN)

by

C. C. Tu, Y. H. Cheng, and F. L. Kuo*

English Summary

Test of Vorlex was carried out in the screenhouse to determine the waiting days that it caused no phytotoxicity to tomato seedlings in different kinds of soil. It was observed, under soil temperature 31±1°C and soil moisture 40±2% M.H.C., that no phytotoxicity was caused on tomatoes transplanted at 14 days after the treatment of Vorlex in sandy soil, sandy loam, or clay soil.

Field tests were conducted for the purpose of determining the most effective dosage of vorlex for the plant height and yield of tomato, and for control nematodes and southern blight complex. It was found that vorlex was better effects to control *Pratylenchus* spp., *Rotylenchulus* spp., *Helicotylenchus* spp., and *Trichodorus christiei* than Fumazone E.C. (DBCP), as to control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) Fumazone E.C. seemed to be slightly better than Vorlex. Plant height of tomato plants in all chemical treated plots was significantly taller than that of untreated ones. It was not differ significantly among chemicals and dosages applied. However, very significant differences in yield of tomato were observed in the treatments with vorlex 200 liter/hectare and Fumazone E.C. 28 liter/hectare. No southern blight on the plot treated with Vorlex 200 liter/hectare was observed. Results indicated that Vorlex applied at the dosage of 200 liter/hectare could effectively control the tomato nematodes and nematode-southern blight complex disease in the fields.

* Senior Plant Pathologist, Head, Department of Plant Protection, Plant Pathologist, and Technicion, respectively, Tainan Fiber Crops Experiment Station, TARI.

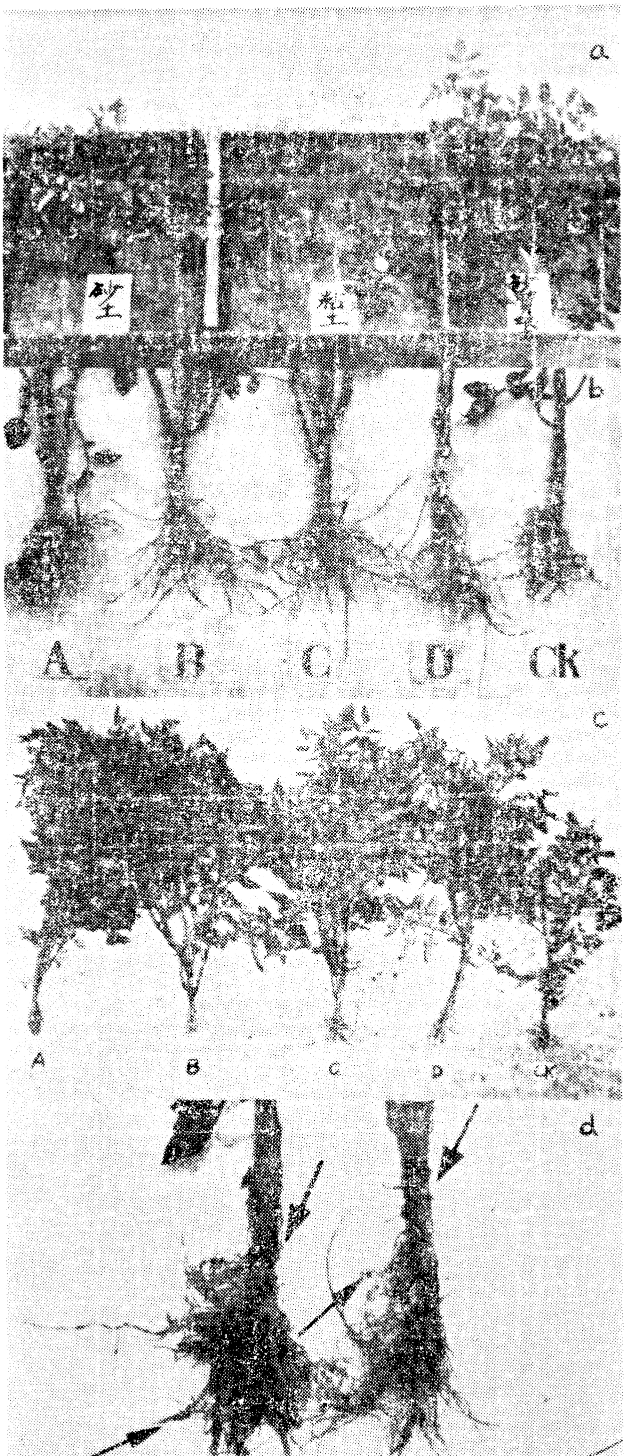


圖 6　a. 砂土、黏土及砂質壤土處理Vorlex 150l/ha經 7 日後移栽番茄苗發生藥害情形。 b. 田間試驗施用 Vorlex 100 l/ha (A) 150l/ha (B), 200l/ha (C) FumazoneE.C. 28l/ha (D)，及無施藥 (CK) 後60日番茄發生根瘤線蟲病情形。 c. 各處理間番茄株高比較。 d.線蟲一白絹病複合型病害，(上方箭頭表示白絹病徵，下方箭頭表示罹患根瘤線蟲病病徵)。

亞麻播種機之改良試驗

陳梯全　謝秀榮

一、前　言

亞麻爲本省主要纖維作物之一，適宜在中部兩期作水田之冬季裏作栽培，全省栽培面積約 3,000～4,000 公頃。因係冬季裏作栽培，故能供亞麻生育之日數甚短，農民必需儘速適期播種，惟此時期適值二期水稻之收穫忙期，農家勞力不敷分配，常不及整地而播種，導成本省亞麻不整地播種之獨特耕種方法，及使本省亞麻之纖維產量及品質，遜於外貨，影響外銷價格。栽培亞麻，據國內外之資料，前人對於亞麻之栽培法試驗結果，一致認爲欲提高亞麻之纖維產量及品質，必須有良好之整地及均勻之播種，使發芽整齊，密度適當，莖幹粗細均一。因此如何將本省亞麻之整地、播種兩項作業，獲致省時、省工之實用耕種方法加以推廣，獎勵農民施行整地播種，提高纖維產量及品質，拓展外銷市場，實爲當前急待研究之問題。

吾人運用機械力，提高工作效率，使之省工、省時，亦爲解決此項問題途徑之一。採用驅動式耕耘機配裝播種機，可同時將耕耘、整地、播種、覆土、鎮壓等數項作業過程一次完成，遠較曳引式耕耘機或其他方法省工、省時而成績良好。民國52年，臺灣工礦公司亞麻廠，曾用日製富士牌驅動式耕耘機配裝該牌之播種機，於烏日亞麻產地舉行小規模之亞麻機械整地播種試驗結果，成績雖不太理想，但各界人士都認爲此種機械播種方法，確可省工、省時，適合本省亞麻整地，播種之用，有進一步研究試驗之必要。臺南棉麻試驗分所自55年開始進行研究改良驅動型耕耘機配裝式的亞麻播種機，至57年獲得認爲可用的亞麻播種機一種，並在產地試用結果成績尙好，可供推廣。茲將試驗研究經過及結果，摘述如下，以供參考，並請先進指正。

二、試驗材料及方法

供試材料：亞麻爲臺中選一號。使用耕耘機爲中農牌 K20FG 型驅動曳引兼用式耕耘機，搭載7～8匹馬力水冷式柴油引擎，耕耘寬度每行程 0.6 公尺。播種機爲中農公司製造，種子箱與肥料箱連結成1套，固定在耕耘機駕駛架上，種子箱有2個，每個容積約4公升，分成2個落種口，採用横槽形種子排出輥子，使其轉動而排出定量種子。輥子軸之動力，由耕耘機車輪軸，用鏈條經過肥料箱肥料排出輥軸而傳動，在肥料排出輥軸處，設有齒輪式離合裝置，可任意接合或切開傳導動力，使種子排出輥子轉動或停止，並在輥子上部設有擋門滑片 (Shutter Slide) ，按其不同開度調節落種量。小型亞麻採纖設備1套，包括原莖精練池、碎莖機、 Moulin 式採纖機、篩屑機、短纖機等設備。

至於試驗方法，分爲機械改良及田間試驗兩部份進行。

1.機械改良部份：

（1）種子箱之仿製：原有播種機之種子箱與肥料箱連結成1套，因施肥機在目前之三要素粉狀混合肥料，尙不適用，故將肥料箱部份取去，仿製單獨種子箱之播種機，以減低播種機造價，便利推廣。

（2）播種機種子排出輥子形狀之改良：爲使落種量之控制精確均勻，試製圓孔形輥子1組，與原有之横槽形輥子，進行性能比較，以獲得適宜亞麻播種機用之種子排出機構。

（3）種子撒佈器之研製：應用亞麻種子從種子箱落下之衝力而能跳散之原理，試製種子撒佈器，並測定其性能。

2.田間試驗部份：按亞麻之栽培季節，於臺南本分所試驗農場及中部亞麻產地舉行。茲將各年期

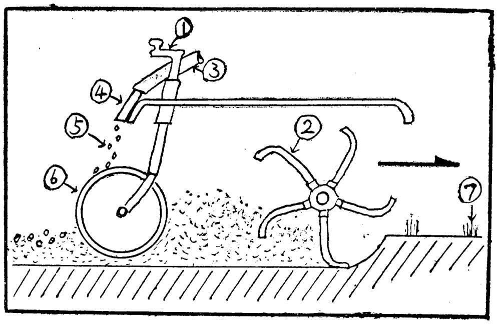
之田間試驗方法說明如下：

甲、55／56年期：本期爲第1年，在臺南及臺中烏日兩地舉行。

臺南試驗區分爲下列6個播種方法進行比較，以期獲得適當之方法而供進一步試驗。

A、撒播法：落種部之配裝方法如圖1，將耕耘機之尾輪卸下，換裝直徑29公分，長60公分之圓筒形鎮壓輪，再將擴撒器2個固定在鎮壓輪上面之耕耘刀蓋尾端，用導種管連結種子箱排出口。播種時先用耕耘刀耕耘碎土，再經鎮壓輪滾壓整平田面，然後由2個種子排出口落下之定量種子，從導種管經過擴撒器分散種子，落在鎮壓輪上撒開於田面，不予蓋土。

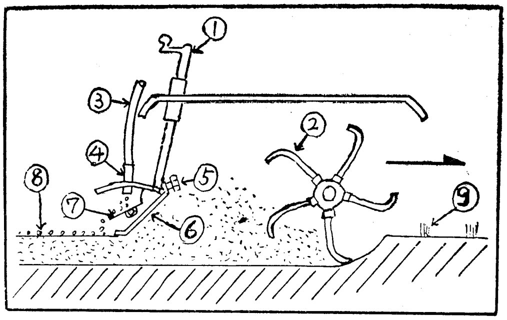
圖1．撒播法之落種部裝配圖



說明 1.淺深調節桿 2.耕耘刀 3.導種管 4.擴撒器 5.種子 6.鎮壓輪 7.水稻殘株

B、定層播法：落種部之配裝方法如圖2，將耕耘機之尾輪卸下，換裝撒佈器，用4條導種管連結於種子箱排出口。播種時先用耕耘刀耕耘碎土，再經撒佈器之平土板整平土面，然後由4個種子排出口落下之定量種子，從導種管落下跳板種板上，跳散於田面，由於撒佈器之深淺及角度之調節，可控制向撒佈器上方通過之土量多寡而決定覆土之深淺，亦可配合本省農民播種亞麻之習慣，將撒佈器調節豎直，不加覆土。

圖2．定層播法之落種部裝配圖



說明 1.深淺調節桿 2.耕耘刀 3.導種管 4.落種管 5.角度調節螺絲 6.平土板 7.跳種板 8.種子 9.水稻殘株

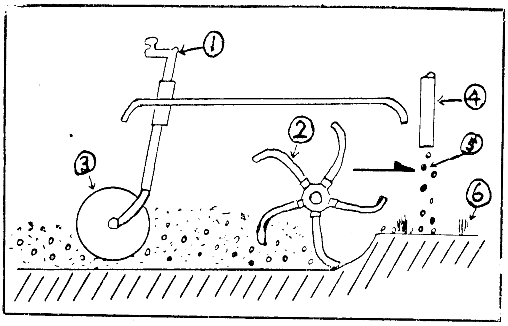
C、淺耕條播法：在耕耘刀與尾輪之間，固定4支播種管，先由耕耘刀淺耕3－4公分深後，行條播，行距15公分，用耕耘時飛撒之細土覆蓋種子。

D、寬條播法：在耕耘刀與尾輪之間，固定3支播種管，在播種管之接地部製成喇叭形狀，使種子擴撒，播種時先由耕耘刀耕耘碎土後再行寬條播，播寬10公分，行距10公分，用耕耘時飛散之細土覆蓋種子。

E、全層播法：落種部之配裝方法如圖3，將導種管固定於耕耘刀之前方，播種時先撒下種子於未耕耘之田面後，再行耕耘，使種子與土壤一同耕起，混合撒播於田中。

F、手工撒播法（對照）：用人工整地播種。

圖3．全層播法之落種部裝配圖



說明 1.深淺調節桿 2.耕耘刀 3.尾輪 4.導種管 5.種子 6.水稻殘株

臺中烏日試驗區僅用定層播法，試驗面積20公畝，並與不整地手播法比較，以探究機械整地播種之效益。

乙、56／57年期：本期爲第2年，在臺南及彰化兩處舉行。

甲、臺南試驗區分用橫槽形及圓孔形兩種形狀之種子排出輥子播種機，分別播種約5公畝，以探究其適合亞麻播種之種子排出機構，供機械製造改良之參考。

乙、彰化試驗區分為A定層播法，B全層播法，C慣行播法（對照）等3種處理，C處理之慣行法係按照當地農民之習慣，將水稻收穫後不予整地，先行全面灌漑，使土壤充分吸收水份後即行排水，然後用手撒佈種子於田面。A處理之定層播種法及B處理之全層播法係使用耕耘機，將耕耘、整平、播種等3項作業同時完成，因此須在水稻收穫後待土壤適當乾燥時，行先耕耘播種，隔1夜再行全面灌漑。其他田間管理作業均照當地慣行方法施行。

三、試驗結果及討論

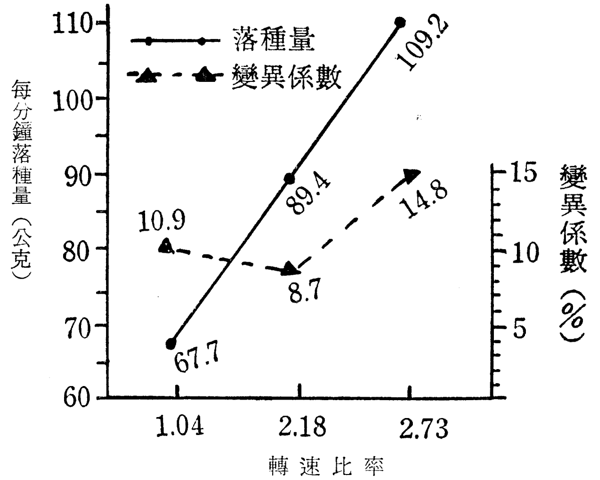
（一）機械改良：

播種機改良部位及其結果如下：

1.仿製種子箱及動力傳導系統：仿製中農公司製造之種子箱，仍2個為1組，每個容積約4公升，分成2個落種口，種子排出輥軸之動力，直接由耕耘機車輪軸，用鏈條傳導，設有齒輪式離合裝置，可任意接合或切開傳導動力，使種子排出輥軸轉動或停止，以控制種子之排出。

2.種子排出輥軸之轉速比測定：在耕耘機之前進速度及單位面積播種量一定時，種子排出輥軸之轉速快慢，與横槽或圓孔之大小，及擋門滑片之開度等有相互關係，3者間之配合適當，可提高播種機之性能，增加落種量之精確度。種子排出輥軸之轉速，可由輥軸與車輪軸間之轉速比率來變化，如轉速比率大，輥軸之轉速較快，反之則慢。經用同一圓孔形輥子及開度，測定其不同轉速比之落種量結果，如圖4.。由此可知種子排出輥軸與車輪軸之轉速比率，採用2.18時之變異係數最小。茲將原有播種機及仿製播種機之輥軸與車輪軸之轉速比率比較如下：

圖4　不同轉速比之落種量比較圖



$$原有播種機之輥軸轉速比=\frac{At\times Bt_1}{Ct\times Bt_2}=\frac{15\times 10}{8\times 7}=\frac{150}{56}=2.68$$

$$仿製播種機之輥軸轉速比=\frac{At}{Ct}=\frac{24}{11}=2.18$$

式中 At表示耕耘機車輪軸上之齒輪牙數。

Bt_1表示肥料排出輥軸上之第1齒輪牙數。

Bt_2表示肥料排出輥軸上之第2齒輪牙數。

Ct表示種子排出輥軸上之齒輪牙數。

由比較式可知，如耕耘機之前進速度，採用中速時，車輪軸之轉速為每分鐘14轉×（0.448m/sec），則種子排出輥軸之轉速，在仿製播種機者為每分鐘30.5轉，較原有者之每分鐘37.5轉減慢7次。

3.播種機種子排出輥子形式之改良：亞麻種子形狀呈扁平長卵形，長約4－6公厘，濶約2－3公厘，厚約0.8—0.1公厘，千粒重在目前推廣品種臺中選1號約為3.5公克，係屬於小粒種子之作物，加以種子表面光滑，及耕耘機機體之振動，故如種子排出輥子之形式不適當，則頗難控制落種量之均勻。據前人之研究試驗結果獲知，耕耘機配裝式播種機之種子排出機構形式雖多，但其構造簡單，造價便宜而實用於小粒種子者，為横槽形輥子及圓孔形輥子兩種。本研究則試製圓孔形者與原有之横槽形者作比較。茲將兩種輥子之大小規格列如表1

表1．播種機種子排出輥子規格

輥子形式	橫槽形輥子	圓孔形輥子
質料	木質	木質
輥軸	ϕ12×220mm圓鐵	ϕ12×220mm圓鐵
輥子直徑	50mm	50mm
輥子長度	140mm	140mm
孔或槽數	橫槽共6條	圓孔共4排每排6個
孔或槽大小	槽深2mm 寬4mm	第1排孔徑8.5mm 深5mm 第2、3、4排孔徑4.5mm 深2mm

表1．之圓孔大小係根據亞麻種子之千粒重、發芽率及密度計算每公頃播種量而決定其容積。推廣品種臺中選1號之播種量及發芽率與密度之關係列如表2。

表2．亞麻播種量及發芽率與密度之關係

密度（株/m²）／播種量(公斤/公頃)／發芽率(%)	60	70	80	90
100	1714	2000	2286	2571
90	1543	1800	2057	2314
80	1371	1600	1829	2057
70	1200	1400	1600	1800

據前人之試驗結果獲知，纖維亞麻之適當密度每平方公尺約1,800株，目前推廣品種臺中選1號每公頃播種量定爲70公斤，係將發芽率以90%估算，如果發芽率降低到80%或70%時，每公頃播種量應增加到80公斤或90公斤，由此決定本試驗採用之圓孔容積。圓孔之容積與播種量之關係，測定結果如圖5.。

圖中計算排種量（實線），在擋門滑片之開度½時，孔之容積爲38個種子，開度1，2，3各孔容積爲6個種子，由圖5.可知實際測定值與計算值相差甚微，每公頃之播種量分爲60，70，80，90公斤等四個階級。兩種輥子之種子排出性能測定結果，列如表3.表4.圖6.圖7.

圖5．圓孔容積與播種量之關係

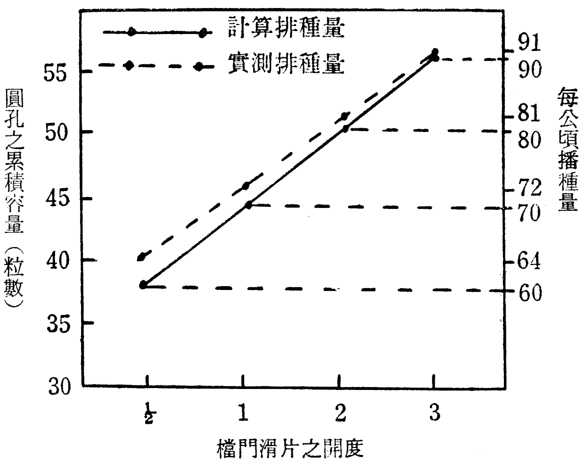


表3. 播種機排出口不同開度與落種量

輥　子　形　式	排出口開　度	落種口數	前進速度 m/sec	輥子轉速 R.P.M	每平方公尺落種量 gr/m²	每公頃落種量 kg	落種量變異係數%	落種口間誤差 %
横　槽　式	½	4	0.448	37.5	45.4	45.4	4.80	18.78
	1	4	0.448	37.5	65.6	65.6	3.42	21.81
	2	4	0.448	37.5	77.0	77.0	4.75	22.06
	3	4	0.448	37.5	84.1	84.1	6.32	12.86
圓　孔　式	½	4	0.448	30.5	64.7	64.7	4.10	1.80
	1	4	0.448	30.5	72.1	72.1	5.60	3.05
	2	4	0.448	30.5	81.4	81.4	7.04	4.30
	3	4	0.448	30.5	91.3	91.3	10.30	5.25

表4. 播種機連續運轉與落種量

輥　子　形　式	排出口開　度	落種口數	前進速度 公尺/秒	輥子轉速 轉/分	每分鐘落種量（公克）	每公頃落種量（公斤）	落種量變異係數（%）	落種口間誤差（%）
横　槽　式	1	4	0.448	37.5	99.7	61.9	2.46	20.16
圓　孔　式	1	4	0.448	30.5	117.88	73.0	6.9	3.4

圖6. 横槽形及圓孔形輥子之種子排出特性圖

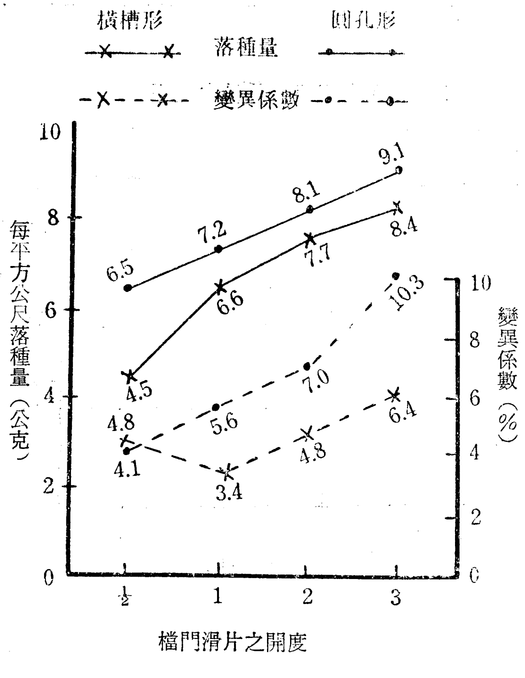
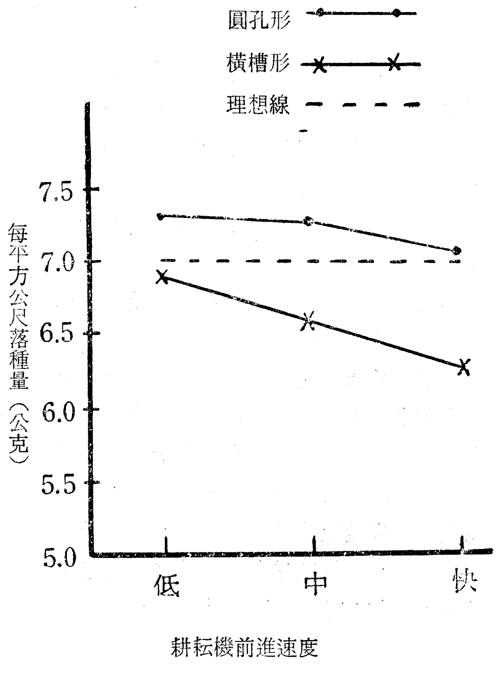


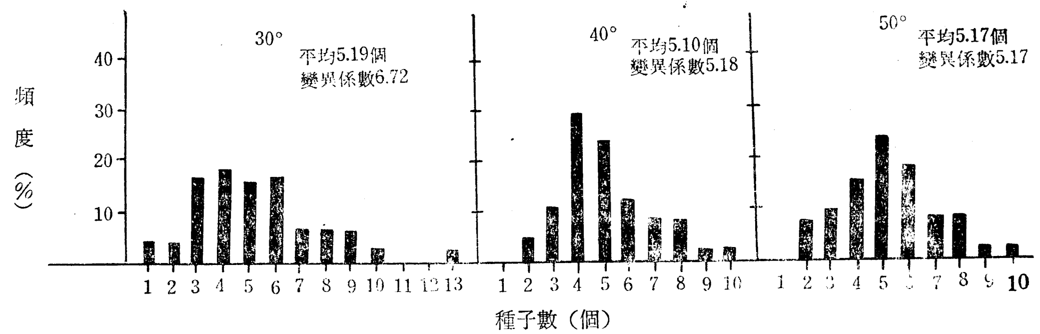
圖7. 耕耘機前進速度與落種量圖



由以上各表所得測定之結果，圓孔形者在連續運轉，各種開度，以及不同播種速度之情況下，對落種量之控制準確性能均較横槽形爲佳，可知亞麻播種機之種子排出輥子採用圓孔形者較爲適宜。

4.種子撒佈器之研製：撒佈器係利用亞麻種子，從高約1公尺左右之種子箱落於跳板上之衝力，使其自然撒開而達到撒播之目的。其構造分爲（1）落種管，（2）跳種板，（3）平土板，（4）角度調節裝置等四部份而成。落種管共4支，每支間隔約15公分，使用時將耕耘機尾輪取下，換裝撒佈器，並將從種子箱下來之導種管放入各落種管內即可。以撒佈器之角度調節豎直時，則從撒佈器上部飛過播種後之地面土量較少，故種子之覆土量亦較少，反之，調節角度則覆土量較多，跳種板之角度與種子跳起撒開之均勻與否有關，經用跳板角度分爲30°,40°,50°等3種，分別測定其種子的撒佈情形如圖8.。此項測定方法係按耕耘機播種行程1次之寬度 60公分爲1排，每排劃成12小格，每小格5平方公分，共4排48小格，計算每小格內落入之種子粒數，所得頻度分佈。由圖8. 可知在角度 40°—50°時，其種子之撒佈情形最好。

圖8. 撒佈器跳種板之不同角度對種子落地位置頻度分佈



（二）田間試驗：

1.1 55／56年期：本年期爲第1年，在本分所試驗田及烏日亞麻產地兩處舉行。臺南試驗區分爲6種不同播種法，每種方法播種 108m²(18m×6m) ，亞麻於55年11月14—17日播種，56年3月14日收穫。烏日試驗區分爲定層播及慣行播兩種方法比較，每種方法播種20公畝，亞麻於55年11月24日播種，56年3月22日收穫。所得結果，分別列如表5.表6.。

表5. 臺南試驗區各種播種法成績比較表

處理別	播種方法	小區量播種(108m²) 公克	平均播種量 公克/m²	發芽密度 株/m²	麻莖產量 公斤/10畝	指數
A.撒播法	用中農製播種器，種子排出口2個	772	7.15	1,656	445	91.8
B.定層播法	用中農製播種器配用本分所試製之撒佈器種子排出口4個	768	7.11	1,913	532	109.7
C.淺耕條播法	用中農製條播器，種子排出口4個	765	7.08	1,175	473	97.5
D.寬條播法	用中農製播種器，種子排出口3個	760	7.04	1,664	450	92.8
E.全層播法	種子排出口4個	768	7.11	1,844	510	105.1
F.慣行播法	整地播種，手工撒播	766	7.09	1,592	485	100.0

表 6. 烏日試驗區成績比較

處理別	播種量 公斤/10公畝	發芽密度 株/m²	平均鮮莖產量 公斤/m²	有效莖長
機播區	7.0	1,849	1.90	66.5公分
手播區	7.0	1,492	1.30	54.3

由表 5 .獲知，6 種不同播種方法比較，以 B. 處理之定層播最佳，次爲 E.處理之全層播，此兩種播種法均較慣行法爲佳，有進一步探究必要，其他 3 種播種方法均遜於慣行法，不適宜應用在臺灣之亞麻栽培。烏日試驗區因係土地重劃後之農田，適宜機械作業，且土壤爲砂質，碎土整平均較容易，故機播區之成績尤佳，可提高鮮莖產量46%，增加有效莖長12.2公分，實有推廣價值。

2. 56／57 年期：本年期爲第 2 年，根據上年之試驗結果，獲有良好成績之播種機種子排出輥子形狀及播種法作進一步研究，以謀實用而供推廣。分在臺南本分所試驗田及彰化縣亞麻產地兩處舉行。臺南試驗區分爲橫槽形及圓孔形種子排出輥子播種機，56年11月21日各播種4.53公畝，57年 4 月 2 日收穫。彰化試驗區分爲定層播、全層播及慣行播等 3 種方法，56年11月17日各播種10公畝，57年 4 月 4 日收穫。本年度因雨水較多，亞麻之生育日數，較往年延長約 2 — 3 星期，而彰化試驗田屬於粘質土壤，碎土整平欠佳，發芽較差，且後期遇連續下雨後雜草茂盛，亞麻倒伏，均影響亞麻之產量及品質。所得結果分別列如表 7 .表 8 .表 9 .。

表 7　各處理亞麻播種成績表

試驗地點	處理別	種子排出口開度	播種前進速度	播種面積	播種時間	播種量	公頃播種量	發芽株數
			m/sec	公畝	分	公斤	公斤	株/m²
臺南試驗區	圓孔形	1	中速(0.446)	4.53	28	3.3	73	1715
	橫槽形	1	〃	4.53	32	2.4	53	917
彰化試驗區	定層播	1	〃	10.00	70	7.24	72.4	1203
	全層播	1	〃	10.00	60	7.01	70.1	875
	慣行播	手播	普通步行速度	10.00	16	7.40	74.0	1807

表7.之播種時間，係從進入田間開始工作算起，至工作完畢離開田區爲止之總時間。定層播區因在耕耘機後部加裝撒佈器後，在田間兩端轉彎時較不靈活，致每10公畝需70分鐘，所費時間較多。慣行播區係不整地人工撒佈，每10公畝只需16分鐘，僅有耕耘機整地播種時間之 ¼ 左右。若以播種費用比較，每10公畝機播區約需80元，而人工撒播區只需15元，增加成本約 5.5 倍，在目前人工缺乏且亞麻原莖收穫價格低廉之狀況下，欲爲提高原莖產量及品質而推行整地播種，是值得檢討之問題。

表 8. 各處理亞麻收穫調查表

試驗地點	處理別	收穫株數	有效莖長	原莖細度	鮮莖重量	原莖產量	公頃原莖產量	指數
		株/m²	公分	株	公斤/m²	公斤/m²	公斤	
臺南試驗區	圓孔形	1235.3	54.5	23.3	1.71	0.45	4500	
	橫槽形	627.7	54.1	20.0	1.21	0.39	3900	

彰化試驗區	定層播	927.1	61.0	18.6	1.28	0.50	5000	109
	全層播	751.5	59.8	17.3	1.27	0.48	4800	104
	慣行播	1307.8	59.7	19.0	1.22	0.46	4600	100

表8.之有效莖長，係指從子葉痕至分枝點之莖長；原莖細度係按照本省亞麻原莖檢審規格規定，在3公分寬內，能平排之株數，以21—23株為細度良好之原莖，株數愈少或愈多，其原莖品質愈劣。在臺南試驗區以兩種不同種子排出輥子比較，圓孔形者顯著勝過橫槽形者，由此可以斷定亞麻播種機之種子排出機構應採用圓孔形者。在彰化試驗區3種播種方法之比較，以定層播最佳，慣行播最差，可知亞麻整地播種，在提高原莖產量及品質上確有效果。

表9. 各處理亞麻採纖成績表（10公畝）

試驗地點	處理別	原莖重量	干莖重量	纖維重量			纖維對原莖百分率	正線品質評等
				正線	短線	合計		
		公斤	公斤	公斤	公斤	公斤	%	
臺南試驗區	圓孔形	450	355	45	19	64	14.2	L_3
	橫槽形	390	277	26	20	46	11.8	L_4-B
彰化試驗區	定層播	500	384	43	22	65	13.0	L_4
	全層播	480	370	39	22	61	12.7	L_4-B
	慣行播	460	348	41	19	60	13.0	L_4

亞麻原莖採纖方法，係依照工礦公司亞麻廠之浸水醱酵法，利用小型採纖機械，先用碎莖機後，再用 Moulin 式採纖機採取正線，並經篩屑機及短纖機處理屑纖維，取得短線。正線之品質評等係請亞麻之專門人員，以肉眼及手觸等觀察纖維之整齊度、長度、強度、細度、光澤、觸感、柔軟性、彈力性、乾淨度等各因子綜合評定，最佳為 L_1 ，次為 L_2 ，再次為 L_3 ，比 L_4 再差的纖維列為 L_4—B 級。由表9.可知，臺南試驗區以圓孔形種子排出輥子播種者較佳，在彰化試驗區，定層播與慣行播之採纖率及正線品質均相似，全層播較差。可見亞麻整地播種雖可提高產量及品質，但在粘質土壤地區，其差異並不顯著，要推行整地播種，對地區之選擇需加注意。

四、摘　要

本試驗目的，為探究適宜本省農村使用之亞麻整地播種機械及播種方法，以供推廣。分為播種改良及田間試驗兩部份進行。茲將所得結果，摘要列述如下：

1.驅動式耕耘機，配裝播種機，行播種作業，使耕耘、整平、播種等3項作業一次完成，省工省時，確可替代本省亞麻整地播種作業。

2.亞麻播種機之種子排出輥子，採用圓孔形者為佳，該輥子之轉動動力，由耕耘機輪軸直接用鏈條傳動，其輪軸與輥子之轉速比以 1：2.18為宜。

3.種子排出輥子係木質製造，直徑5公分，長度14公分，開成4排，每排6個，共24個圓孔，其圓孔之大小為配合目前推廣品種臺中選1號每公頃70公斤之播種量，第1排圓孔之孔徑0.85公分，孔深0.5公分，可容納亞麻種子約38個，第2、3、4排圓孔之孔徑0.45公分，孔深0.2公分，可容納亞麻種子6個，分成$\frac{1}{2}$，1，2，3等4個開度，各開度每公頃落種量約為60，70，80，90公斤，與目前推廣之播種量近似。

4.種子撒佈器係安裝在耕耘機尾輪固定管內，由種子箱排出之定量種子，經導種管落入撒佈器跳種板上，利用其種子本身落下之衝力跳散，落種管共4支，每支間隔約15公分，在跳板之角度約40—50度時，撒佈情形最爲均勻。

5.亞麻機械整地播種之方法，以定層播法成績最佳，次爲全層播法，至於淺耕條播法及寬條播法等成績均不佳，在本省不宜採用。

6.耕耘機整地播種每10公畝所費時間，以定層播法之70分鐘最多，全層播法約爲60分鐘，因定層播法係將耕耘機尾輪換裝撒佈器後，在田間兩端轉彎時較不靈活，故所需時間較多。

7.亞麻機械整地播種雖比不整地人工撒播可提高原莖產量及品質，但除在砂質土壤差異顯著外，在粘質土壤因碎土不易，故影響發芽，致成績差異不大，但耕耘機整地播種所費時間及費用均比不整地人工撒播法高出3—5倍，在目前農村人工缺乏，原莖收購價格低廉之狀況下，欲爲提高原莖產量及品質而推行機械整地播種，是值得檢討之問題。

五、誌　謝

本試驗經費大部份承農復會補助，機械播種法對於纖維產量及品質之影響試驗部份，獲國家長期科學委員會補助，在試驗期間蒙農復會彭技正添松及臺南棉麻試驗分所前任季所長景元之指導及賜予方便，工礦公司亞麻廠各同事及本分所蔡技士焜煌等之協助，得於順利進行，文稿完成後又蒙農復會彭技正添松校閱斧正，本分所陳芬芬小姐幫忙繕寫製圖表等，謹此一併致謝。

六、參考文獻

1.王祖濤（1949）臺灣之纖維資源。　臺灣銀行季刊第3卷第1期。
2.季景元等（1965）亞麻品種不同播種量及播種方式之研究。中華農學會報新刊第49期。
3.工礦公司亞麻廠（1968），亞麻原莖檢審規格；56/57年度亞麻推廣收購辦法。
4.臺灣省農業試驗所（1966,1967）年報，臺灣省農業試驗所編印。
5.臺灣省政府農林廳（1967，1968）農機具試驗研究彙報。
6.中村茂（1939）裏作亞麻に關する研究（預報）　臺灣省農會出版第四號。
7.菅益次郎　臺灣に於ける亞麻栽培に就いての考察，臺北帝國大學理學部作物學教室彙報第56號。
8.澁谷常紀（1939）　亞麻に於ける帶化莖出現の環境的原因と其の形態的特徵。　臺灣熱帶農學會誌第11卷第3號。
9.永井威三郎（1950）　作物栽培各論第3卷第6編纖維作物類，養賢堂發行。
10狩野秀男等（1963）　なたね用施肥播種機，農業機械化研究所鑑定試驗成績 No. 7。
11狩野秀男等（1964）　施肥播種機の試作研究，農業機械化研究所報告。

EXPERIMENT AND IMPROVEMENT OF FLAX SEEDER

by

T.C. Chen & S.R. Shieh

Summary

The purpose of this test is to research the most suitable seeder and seeding methods for the flax production of Taiwan agricultural fields, then extends it. The advance of this test is divided into two parts: the improvements of seeder & the field tests.

1. Using the propelling tiller and equipping seeder to do the seeding work that can complete the tillage, leveling, and seeding in one time, saving both labour and time, will certainly replace the flax seeding work of Taiwan.
2. Round opening roller will be the best one among all types of discharge devices in the flax seeder. Its rolling power is directly turned by the chains from tiller axis and the most suitable rolling speed ratio of tiller axis and roller is 1:2.18.
3. The opening roller for seed discharge is made of wood. Its diameter is 5 cm. and its height is 14 cm., opening to 4 rows, and each row has 6 openings to make 24 openings in total. For matching the extension variety Taichung selection No 1. and the quantity of seeding is 70 kg. per hectare. The diameter & depth of the lst row round opening are 0.85 cm. & 0.5 cm., which can hold 38 flax seeds. Futhermore, the diameter & depth of the 2nd, 3rd, & 4th rows are 0.45 cm. & 0.2 cm which can hold 6 flax seeds. It has 4 opening degrees of $\frac{1}{2}$, 1, 2, & 3, the seeding quantities per hectare in each opening degree are approximate 60, 70, 80, & 90 kg., which is the same as the scale of extension now.
4. The seed distributor is equipped in the fixing-up tube of end wheel of tiller. The same quantity of seeds discharges from the seed box and through the seed trachea drops down to the seed plate of distributor and leaps out by collision force of seed dropping. There are 4 drop-seed tubes which separate 15 cm. from each other. The best distributive situation is that the angle of seed plate is about 40-50 degrees.
5. The best method for flax tiller seeding is to adopt the band seeding in fixed layer soil, secondary in whole soil. As for the results of shallow & deep line seeding methods are all not good and not suitable to be adopted in Taiwan.
6. It takes 70 minutes per acre by utilizing the tiller band seeding in fixed soil, but 60 minutes per acre by utilizing the tiller band seeding in whole soil. The reason is that an additional distributor must be attached on the rear portion of the tiller in the fixed layer soil, so the seeder in the field operation is reduced substancially and the using time is more.
7. In promoting the yield & quality of original flax stem, the tiller seeding is better than the conventional labour seeding. This result only differences distinctly in sand soil while it can influence on germination in sticky soil because of breaking the soil being so difficult. The wasting time and cost of the tiller seeding are 3-5 times those of conventional labour seeding. At present, in the view of extending tiller seeding to promote the yield and quality of orginal flax stem, it is worthy to be carefully investigated because of the labour shortage and the cheap price stem.

Vol. 22, No. 3 September, 1973

JOURNAL OF TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH

CONTENTS

Heterosis and Combining Ability in Six Spring Wheat Varieties ··········Hsiung Wan, C. I. Wang, T.C. Lee······ 161

X-Ray Induced Semisterility of Rice Not Involving Chromosome Aberrations Easily Detectable by Cytological Means···········Chen-seng Huang & Nan-tian Chuang······ 172

The Nitrogen Status and Nitrogen Supplying Power of Taiwan Soils····················C.F. Lin , A.H. Chang, C.S. Tseng······ 186

Study on the Anion Adsorption Properties of the Paddy Soils in Taiwan··Ching-yuan Lai······ 204

Physiological Study of *Curvularia Lunata* and Its Pathogenicity to Rice Plant··············C.L. Chu and C.C. Chien······ 223

Control of Tomato Nematodes and Southern Blight by Vorlex (Methylisocyanate, Dichloropropene, Dichloropropane and Related Chlorinate Hydrocarbans, Chloropicrin) ···················· C. C. Tu, Y. H. Cheng & F.L. Kuo······ 231

Experiment and Improvement of Flax Seeder ··T.C. Chen, & S. .R. Shieh······ 240

Published by

THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

TAIPEI, TAIWAN, REPUBLIC OF CHINA

內政部出版事業登記證內版臺誌字第二二一四號
中華郵政臺字第二〇七六號登記為第一類新聞紙類